



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08063920 A**

(43) Date of publication of application: 08 . 03 . 96

(51) Int. Cl.

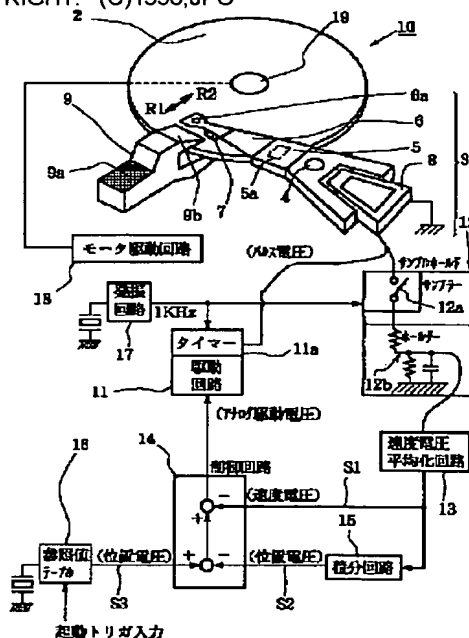
G11B 21/12
// G11B 21/22
(21) Application number: **06199040**(22) Date of filing: **01 . 08 . 94**
(30) Priority: **24 . 08 . 93 JP 05230991**
17 . 06 . 94 JP 06159352
(71) Applicant: **SONY CORP**
(72) Inventor: **MASUOKA MASARU**
TAKEDA RITSU
(54) LOADING/UNLOADING DEVICE AND ITS DRIVE CONTROLLER
(57) Abstract:

PURPOSE: To avoid the collision between a head and a disk by pulsively driving an actuator by a driving circuit, and detecting the counter electromotive force of a voice coil type driving mechanism at the time these pulses are OFF there by feeding back it to the driving circuit.

CONSTITUTION: A driving circuit 11 generates a pulse voltage based on the signal from an oscillation circuit 17 to drive an actuator 3. Consequently, at the time of an unloading, when the driving voltage is ON, the top end of the actuator 3 is rotated in the direction R1. Moreover, at the time of a loading, when the driving voltage is ON, the top end of the actuator 3 is rotated in the direction R2. Further when the driving voltage is OFF, the back electromotive voltage proportional to the rotational speed of the actuator 3 is subjected to sample-and-hold by a holder 12b and outputted. This output voltage is averaged by a speed voltage averaging circuit 13, then integrated by an integration circuit 15, and inputted to a control circuit 14 as a positional voltage S2. The circuit 14 compares the voltage S2 with

a reference positional voltage S3 to feed back the result to the driving circuit 11.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-063920

(43)Date of publication of application : 08.03.1996

(51)Int.Cl.

G11B 21/12
// G11B 21/22

(21)Application number : 06-199040

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 01.08.1994

(72)Inventor : MASUOKA MASARU
TAKEDA RITSU

(30)Priority

Priority number : 05230991
06159352

Priority date : 24.08.1993
17.06.1994

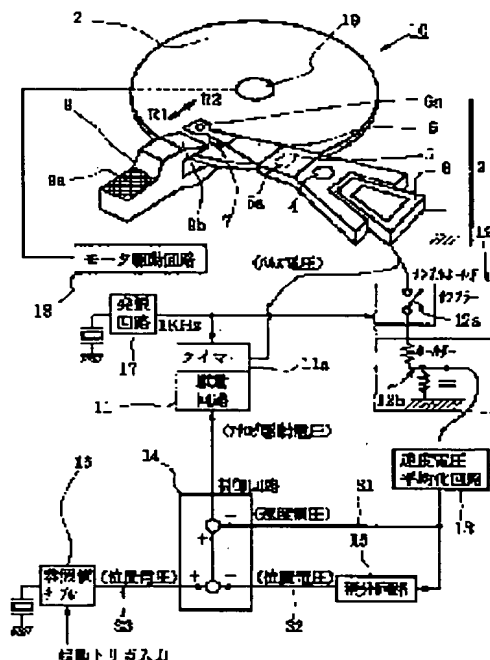
Priority country : JP
JP

(54) LOADING/UNLOADING DEVICE AND ITS DRIVE CONTROLLER

(57)Abstract:

PURPOSE: To avoid the collision between a head and a disk by pulsively driving an actuator by a driving circuit, and detecting the counter electromotive force of a voice coil type driving mechanism at the time these pulses are OFF there by feeding back it to the driving circuit.

CONSTITUTION: A driving circuit 11 generates a pulse voltage based on the signal from an oscillation circuit 17 to drive an actuator 3. Consequently, at the time of an unloading, when the driving voltage is ON, the top end of the actuator 3 is rotated in the direction R1. Moreover, at the time of a loading, when the driving voltage is ON, the top end of the actuator 3 is rotated in the direction R2. Further when the driving voltage is OFF, the back electromotive voltage proportional to the rotational speed of the actuator 3 is subjected to sample-and-hold by a holder 12b and outputted. This output voltage is averaged by a speed voltage averaging circuit 13, then integrated by an integration circuit 15, and inputted to a control circuit 14 as a positional voltage S2. The circuit 14 compares the voltage S2 with a reference positional voltage S3 to feed back the result to the driving circuit 11.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-63920

(43)公開日 平成8年(1996)3月8日

(51) Int.Cl.⁸

G 1 1 B 21/12

識別記号

G

R

片内整理番号

9294-5D

FI

技術表示箇所

// G 1 1 B 21/22

審査請求 未請求 請求項の数40 FD (全 25 頁)

(21)出願番号 特願平6-199040

(22)出願日 平成6年(1994)8月1日

(31)優先權主張番号 特願平5-230991

(32)優先日 平5(1993)8月24日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(31)優先権主張番号 特願平6-159352

(32)優先日 平6(1994)6月17日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 舩岡 大

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

(72)発明者 武田 立

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

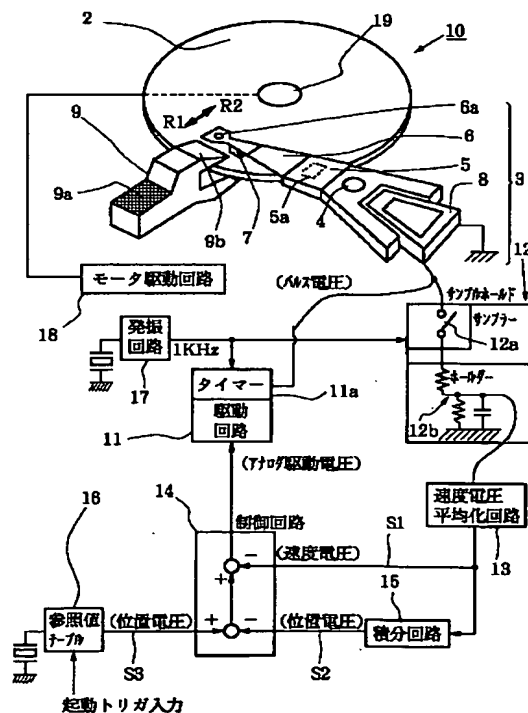
(74) 代理人 弁理士 岡▲崎▼ 信太郎 (外1名)

(54)【発明の名称】 ロード・アンロード装置及びその駆動制御回路

(57) 【要約】

【目的】 ロード、アンロード速度を所望の値に制御し、ヘッドとディスクの衝突を極力回避し得るようにしたロード・アンロード装置及びその駆動制御回路を提供すること。

【構成】 ヘッドスライダをロード・アンロードするロード・アンロード装置において、アクチュエータ３を駆動回路１１によりパルス駆動すると共に、このパルスのオフ時のＶＣＭの逆起動圧が検出されて、この駆動回路１１にフィードバックされることにより、この駆動回路１１が、アクチュエータの位置及び速度の制御を行なうように、ロード・アンロード装置を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヘッドスライダを有するアームをアクチュエータにより駆動して回転型情報記録ディスクにロード・アンロードする装置において、

前記アクチュエータを駆動回路により駆動すると共に、このアクチュエータのボイスコイル型駆動機構の逆起電圧が検出されて、この駆動回路にフィードバックされることにより、この駆動回路が、アクチュエータの位置及び速度の制御を行なう構成としたことを特徴とするロード・アンロード装置。

【請求項2】 回転型情報記録ディスクと、ヘッドスライダをこのディスクの表面に沿って移動可能にサスペンションを介して支持するアームと、このアームを駆動するボイスコイル形駆動機構と、前記ヘッドスライダを前記ディスクのデータゾーン外の退避エリアに退避させる機構とを持つ磁気ディスク装置のロード・アンロード装置であって、

前記ボイスコイル形駆動機構を駆動する回路手段と、前記ボイスコイルに生じる逆起電力を計測する手段と、この逆起電力の電圧値からアーム速度を算出する手段と、このアーム速度に基づいて駆動電流値を調節する手段とを含んでおり、

ヘッドスライダをロードまたはアンロードする時のアーム速度に基づいて閉ループ制御する構成としたことを特徴とするロード・アンロード装置。

【請求項3】 前記退避エリアが、ディスク外に形成されてノンコンタクトスタートストップ方式とされたことを特徴とする請求項2に記載のロード・アンロード装置。

【請求項4】 前記退避エリアが、ディスク上に設けられてコンタクトスタートストップ方式とされたことを特徴とする請求項2に記載のロード・アンロード装置。

【請求項5】 前記アーム速度からアームの位置を算出する手段を備え、かつこのアーム速度と位置とに基づいて駆動電流値を調節する手段を備え、

ヘッドスライダをロードまたはアンロードする時のアーム速度と位置とに基づいて閉ループ制御する構成としたことを特徴とする請求項2から4のいずれかに記載のロード・アンロード装置。

【請求項6】 前記回路手段がパルス駆動回路であり、前記計測手段がサンプリング計測回路であることを特徴とする請求項2から5のいずれかに記載のロード・アンロード装置。

【請求項7】 前記パルス駆動回路が、パルス幅変調回路であることを特徴とする請求項6に記載のロード・アンロード装置。

【請求項8】 前記パルス駆動回路が、パルス振幅変調回路であることを特徴とする請求項6に記載のロード・アンロード装置。

【請求項9】 前記回路手段がアナログ駆動回路であり、前記計測手段がアナログ計測回路であることを特徴とする請求項2から5のいずれかに記載のロード・アンロード装置。

【請求項10】 前記ボイスコイル形駆動機構の抵抗相当分が R 、インダクタンス相当分が L で表されるとき、前記パルス駆動回路の駆動周波数 f が、 $f < R/2L$

であることを特徴とする請求項6から8のいずれかに記載のロード・アンロード装置。

【請求項11】 前記ロードまたはアンロード時の前記ヘッドスライダの前記ディスクに対するロード、アンロード速度が、ディスクの面に対して平行な方向において、 140mm/s を越えないように、前記アームの駆動速度を制御することを特徴とする請求項2から10のいずれかに記載のロード・アンロード装置。

【請求項12】 前記ロードまたはアンロード時の前記ヘッドスライダの前記ディスクに対するロード、アンロード速度が、ディスクの面に対して垂直な方向において、 20mm/s を越えないように、前記アームの駆動速度を制御することを特徴とする請求項2から10のいずれかに記載のロード・アンロード装置。

【請求項13】 前記アーム速度の速度算出手段は、速度を複数回数計測した後、平均することを特徴とする請求項2から10のいずれかに記載のロード・アンロード装置。

【請求項14】 前記位置算出手段は、前記アーム速度の速度算出手段によって検出された速度を積分して位置を算出することを特徴とする請求項5から13のいずれかに記載のロード・アンロード装置。

【請求項15】 リトラクト時、前記ディスクを回転駆動するモータの逆起電力により、アンロードすることを特徴とする請求項2から14のいずれかに記載のロード・アンロード装置。

【請求項16】 リトラクト時、前記ロード・アンロード装置に付随するコンデンサ又は電力蓄積装置の電力により、アンロードすることを特徴とする請求項2から14のいずれかに記載のロード・アンロード装置。

【請求項17】 前記ヘッドスライダが、前記ディスク外周部の定位置、すなわち、ディスクの半径方向を r 、周方向を θ で表した場合、

$r_1 < r < r_2$ (ただし、 r_1 、 r_2 は、 $r_1 < r_2$ である定数)

$\theta_1 < \theta < \theta_2$ (ただし、 θ_1 、 θ_2 は、 $\theta_1 < \theta_2$ である定数)

の位置にロード・アンロードすることを特徴とする請求項1から16のいずれかに記載のロード・アンロード装置。

【請求項18】 ヘッドスライダを有するアームを駆動するアクチュエータにより駆動して回転型情報記録ディ

スクにロード・アンロードする装置の前記アクチュエータに接続される駆動制御回路であって、

前記アクチュエータを駆動回路により駆動すると共に、このアクチュエータのボイスコイル型駆動機構の逆起電圧が検出されて、この駆動回路にフィードバックされることにより、この駆動回路が、アクチュエータの位置及び速度の制御を行なう構成としたことを特徴とするロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 19】 回転型情報記録ディスクと、ヘッドスライダをこのディスクの表面に沿って移動可能にサスペンションを介して支持するアームと、このアームを駆動するボイスコイル形駆動機構と、前記ヘッドスライダを前記ディスクの外側の退避エリアに退避させる機構とを持つ磁気ディスク装置のノンコンタクトスタートストップ方式のロード・アンロード装置の前記ボイスコイル型駆動機構に接続される駆動制御回路であって、前記ボイスコイル形駆動機構を駆動する回路手段と、前記ボイスコイルに生じる逆起電力を計測する手段と、この逆起電力の電圧値からアーム速度を算出する手段と、

このアーム速度に基づいて駆動電流値を調節する手段とを含んでおり、

ヘッドスライダをロードまたはアンロードする時のアーム速度に基づいて閉ループ制御する構成としたことを特徴とするノンコンタクトスタートストップ方式のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 20】 回転型情報記録ディスクと、ヘッドスライダをこのディスクの表面に沿って移動可能にサスペンションを介して支持するアームと、このアームを駆動するボイスコイル形駆動機構と、前記ヘッドスライダを前記ディスクのデータゾーン以外の退避エリアに退避させる機構とを持つ磁気ディスク装置のコンタクトスタートストップ方式のロード・アンロード装置の前記ボイスコイル型駆動機構に接続される駆動制御回路であって、前記ボイスコイル形駆動機構を駆動する回路手段と、前記ボイスコイルに生じる逆起電力を計測する手段と、この逆起電力の電圧値からアーム速度を算出する手段と、

このアーム速度に基づいて駆動電流値を調節する手段とを含んでおり、

ヘッドスライダをロードまたはアンロードする時のアーム速度に基づいて閉ループ制御する構成としたことを特徴とするコンタクトスタートストップ方式のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 21】 前記アーム速度からアームの位置を算出する手段を備え、かつこのアーム速度と位置とに基づいて駆動電流値を調節する手段を備え、

ヘッドスライダをロードまたはアンロードする時のアーム速度と位置とに基づいて閉ループ制御する構成としたことを特徴とする請求項 18 から 20 のいずれかに記載

のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 22】 前記回路手段がパルス駆動回路であり、前記計測手段がサンプリング計測回路であることを特徴とする請求項 18 から 20 のいずれかに記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 23】 前記パルス駆動回路が、パルス幅変調回路であることを特徴とする請求項 22 に記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 24】 前記パルス駆動回路が、パルス振幅変調回路であることを特徴とする請求項 22 に記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 25】 ボイスコイル形駆動機構の抵抗相当分が R 、インダクタンス相当分が L で表されると、前記パルス駆動回路の駆動周波数 f が、

$$f < R / 2L$$

であることを特徴とする請求項 22 または 23 のいずれかに記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 26】 前記逆起電力計測手段は、ボイスコイルに生じる逆起電力のサンプリング手段を有し、このサンプリング手段のスイッチが MOS FET であることを特徴とする請求項 23 または 24 のいずれかに記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 27】 前記スイッチが、アナログスイッチで構成されていることを特徴とする請求項 23 または 24 のいずれかに記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 28】 前記逆起電力計測手段は、駆動パルスのオフから逆起電力計測までの間に、ボイスコイルの両端を接地することを特徴とする請求項 23 または 24 に記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 29】 前記逆起電力計測手段は、駆動パルスのオフから逆起電力計測までの間に、ボイスコイルの片端を接地することを特徴とする請求項 23 または 24 に記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 30】 前記逆起電力計測手段は、発振防止用のスイッチが設けられており、駆動パルスのオフ時にはこのスイッチをオフすることを特徴とする請求項 23 または 24 に記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 31】 前記ロードまたはアンロード時の前記ヘッドスライダの前記ディスクに対するロード、アンロード速度が、ディスクの面に対して平行な方向において、 140mm/s を越えないように、前記アームの駆動速度を制御することを特徴とする請求項 18 から 30 のいずれかに記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項 32】 前記ロードまたはアンロード時の前記ヘッドスライダの前記ディスクに対するロード、アンロード速度が、ディスクの面に対して垂直な方向において、 20mm/s を越えないように、前記アームの駆動速

度を制御することを特徴とする請求項18から30のいずれかに記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項33】 前記アーム速度の速度算出手段は、速度を複数回数計測した後、平均することを特徴とする請求項18から32のいずれかに記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項34】 前記位置算出手段は、前記アーム速度の速度算出手段によって検出された速度を積分して位置を算出することを特徴とする請求項18から33のいずれかに記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項35】 前記アームが所望の速度で前記ディスクのロードもしくはアンロードした後、アームがその速度でディスク上を移動して所定のストップに当たり、前記ヘッドスライダが記録エリア外において止まり得る十分な時間経過を待つことにより、ロードもしくはアンロード処理の終了とすることを特徴とする請求項20に記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項36】 前記アームが所望の速度で前記ディスクのロードした後、アームがその速度でディスク上を移動し、ヘッドがディスクからロードした信号を得ることにより、ロード・アンロード処理の終了とすることを特徴とする請求項19に記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項37】 リトラクト時、前記ディスクを回転駆動するモータの逆起電力により、アンロードすることを特徴とする請求項18から36のいずれかに記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項38】 リトラクト時、前記ロード・アンロード装置に付随するコンデンサ又は電力蓄積装置の電力により、アンロードすることを特徴とする請求項18から37のいずれかに記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項39】 前記ヘッドスライダが、前記ディスク外周部の定位置、すなわち、ディスクの半径方向を r 、周方向を θ で表した場合、

$r_1 < r < r_2$ (ただし、 r_1 、 r_2 は、 $r_1 < r_2$ である定数)

$\theta_1 < \theta < \theta_2$ (ただし、 θ_1 、 θ_2 は、 $\theta_1 < \theta_2$ である定数)

の位置にロード・アンロードすることを特徴とする請求項18から38に記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【請求項40】 前記ディスクを駆動するスピンドルモータの駆動機能を持つことを特徴とする請求項18から39のいずれかに記載のロード・アンロード装置の駆動制御回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、本発明は情報処理装置

用大容量記憶装置に係り、特に、磁気ディスク・光ディスクなどの回転円盤型記憶装置の起動停止を行なうロード・アンロード装置とその駆動制御回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、磁気ヘッドがディスクと接触することがない、いわゆるノンコンタクトスタートストップ(N-CSS)の1方式であるランブローディング方式を採用した磁気ディスク装置、すなわちダイナミックロード・アンロード方式を採用した磁気ディスク装置は、例えば図16に示すように構成されている。図16において、磁気ディスク装置1は、回転駆動される磁気ディスク2と、ヘッドスライダをこの磁気ディスク2の表面に沿って僅かに浮上した状態で半径方向に移動するように支持するアクチュエータ3を含んでいる。

【0003】 このアクチュエータ3は、図示のように、回転軸4の周りに回転可能に支持されたアーム5と、このアーム5の先端に対してサスペンション6を介して支持されたヘッドスライダ7と、このアーム5を回転軸4の周りに回転駆動させるボイスコイル8を有するボイスコイルモータとから構成されている。ヘッドスライダ7には図示しない磁気ヘッドを有している。

【0004】 さらに、上記磁気ディスク装置1は、そのアクチュエータ3のサスペンション6の先端から延びるカムフォロア6aと、上記磁気ディスク2の外周部付近に設けられたカム部材9とを有している。これにより、ロード・アンロード装置が構成されている。

【0005】 このように構成された磁気ディスク装置1によれば、ヘッドスライダ7は、回転駆動する磁気ディスク2の表面に対して僅かに浮上した状態に保持される。そして、アーム5が回転軸4の周りに回転駆動されることにより、このヘッドスライダ7は、磁気ディスク2の表面上を半径方向に移動される。これにより、このヘッドスライダ7は、この磁気ディスク2の円周方向に沿って設けられた各トラックに対してアクセスできるようになっている。

【0006】 さらに、この磁気ディスク装置1の起動停止時には、以下のようにして、所謂ロード・アンロードが行なわれるようになっている。即ち、ロード時には、アーム5が、ボイスコイル8により回転軸の周りに回転されることにより、上記カムフォロア6aが、磁気ディスク2の内側に向かって移動され、カム部材9のパーキングエリア9aからR1方向に移動する。

【0007】 これにより、ヘッドスライダ7は、アーム5の回転に伴って、一度上昇して、磁気ディスク2の上方に移動され、その後、このカム部材9のカム面9bに沿って下降され、磁気ディスク2の表面に近接するようになっている。

【0008】 また、アンロード時には、アーム5が、ボイスコイル8により回転軸4の周りに回転されることに

より、上記カムフォロア6 aが、磁気ディスク2の外側に向かって移動され、カム部材9の傾斜面でなるカム面9 bに当接しながら、上昇しかつR2方向に向かって、パーキングエリア9 aまで移動する。これにより、ヘッドスライダ7は、アーム5の回転に伴って、磁気ディスク2の表面から離反し、その後、このカム部材9のカム面9 bに沿って上昇した後、カム部材9のパーキングエリア9 aに運ばれる。

【0009】この場合、ロード速度は、一般に、カムフォロア6 aとカム部材9との摩擦による抵抗に抗して、ヘッドスライダ7がパーキングエリア9 aから磁気ディスク2上に移動できるように、かなり速い速度として与えられる。また、アンロード速度は、一般に、カムフォロア6 aとカム部材9との摩擦による抵抗に抗して、ヘッドスライダ7が磁気ディスク2上からカム部材9のパーキングエリア9 aに移動できるように、かなり速い速度として与えられる。

【0010】特に、ヘッドスライダ7浮上時に電源電圧が停止する等の緊急事態が発生すると、磁気ディスク装置1は、ヘッドスライダ7をアンロードしていわゆるリトラクトするが、この際のアンロード速度（以下このリトラクトの際のアンロード速度をリトラクト速度と呼ぶ）は、一般に、かなり速い速度として与えられる。なおここでリトラクトとは、緊急時のアンロード動作のことを言う。

【0011】これに対して、磁気ヘッドがディスクに接触する、いわゆるコンタクトスタートストップ（CSS）方式を採用した磁気ディスク装置は、図17に示すように構成されている。なおこの図17において、上述した図16と同一の構成は同一の符号を付して表し、重複した説明を省略する。図17において、磁気ディスク装置1 aは、磁気ディスク2 aの内周側に、データエリアを避けて退避エリアでなCSSゾーンCSSが形成されている。また磁気ディスク装置1 aは、アクチュエータ3 aの動作を機械的に停止してヘッドスライダ7の磁気ディスク2 aの内周側へ向かっての移動をCSSゾーンCSSで停止するストッパ3 cが設けられている。

【0012】このように構成された磁気ディスク装置1 aによれば、ヘッドスライダ7は、回転駆動する磁気ディスク2 aの表面に対して僅かに浮上した状態に保持され、アーム5が回転軸4の周りに回転駆動されることにより、磁気ディスク2 aの表面上を半径方向に移動される。これにより、この磁気ディスク2 aの各トラックに対してアクセスできるようになっている。

【0013】さらに、この磁気ディスク装置1 aの起動停止時には、同様にロード・アンロードが行なわれるようになっており、ロード時においては、ヘッドスライダ7がCSSゾーンCSSに保持された状態で、始めに磁気ディスク2 aが回転駆動されることにより、ヘッドスライダ7が磁気ディスク2 aから浮上し、続いてアーム

5が、ボイスコイル8により回転軸の周りに回転されることにより、ヘッドスライダ7が磁気ディスク2 aのR2方向で示す外周側、データゾーンに向かって移動する。

【0014】また、アンロード時には、アーム5が、ボイスコイル8により回転軸4の周りに回転されることにより、上記ヘッドスライダ7が、磁気ディスク2 aの内側、R1方向に向かって移動し、アクチュエータ3 aがストッパ3 cに当接してアーム5の回転が停止すると、磁気ディスク2 aの回転駆動が停止される。これにより、ヘッドスライダ7は、アーム5の回転に伴って、磁気ディスク2 aの表面から浮上した状態でCSSゾーンCSSに運ばれ、ここで磁気ディスク2 aの回転が停止するとCSSゾーンCSSに接触して保持されることになる。

【0015】またこのCSS方式を採用した磁気ディスク装置1 aにおいても、ヘッドスライダ7浮上時に電源電圧が停止する等の緊急事態が発生すると、ヘッドスライダ7をアンロードするリトラクトの動作が実行され、この際のリトラクト速度も一般に、かなり速い速度として与えられるようになっている。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】ところでこのような磁気ディスク装置に適用するアクチュエータ3、3 aは、永久磁石等の磁束発生源とボイスコイルモータとで構成されるようになっており、従来のロード・アンロード装置においては、アクチュエータ3、3 aを駆動する速度、すなわちロード時およびアンロード時のヘッドスライダ7の移動速度は、一般に制御されておらず、あるいは望ましい速度に制御されていない。従って、ヘッドスライダ7が磁気ディスク2、2 aに対してロードまたはアンロードされる際に、ヘッドスライダ7と磁気ディスク2、2 aとの衝突が起こりやすい。

【0017】ダイナミックロード・アンロード方式を採用した場合において、ヘッドスライダ7の磁気ディスク2の表面に対する垂直方向の速度は、アクチュエータ3が回転軸4を中心に、磁気ディスク2の表面に沿って、時計回り、反時計回り（ θ 方向と呼ぶ）に回転する角速度、即ちヘッドスライダ7がR1、R2方向に移動する速度が、ランプであるカム部材9のカム面9 bの傾斜角度によって決まる、ある比率で変換されたものとなっている。

【0018】ここで、上記磁気ディスク装置1におけるロード・アンロード時のヘッドスライダ7の垂直方向の速度、即ちロード速度及びアンロード速度と、このヘッドスライダ7が磁気ディスク2の表面に衝突する際の衝撃の大きさとの関係が、図18のグラフに示されている。尚、このグラフにおける衝撃の大きさは、AEセンサを使用することにより、このAEセンサの出力電圧として示されている。このグラフによれば、ロード速度、

アンロード速度が大きくなるほど、ヘッドスライダ7と磁気ディスク2の衝突による衝撃が大きくなることが分かる。

【0019】また図19には、同様にAEセンサを使用して検出したリトラクト時のヘッドスライダ7の水平方向の速度、即ちリトラクト速度と、このヘッドスライダ7が磁気ディスク2の表面に衝突する際の衝撃の大きさとの関係が示されている。この場合も、速度は早くなれば、ヘッドスライダ7と磁気ディスク2の衝突による衝撃が大きくなることが分かる。

【0020】またCSS方式を採用した磁気ディスク装置では、アンロード時にアクチュエータ3aがストッパ3cに衝突することにより、この衝突の衝撃によりヘッドスライダ7が磁気ディスク2aに衝突することになり、この場合もアンロード速度が大きくなるほど、ヘッドスライダ7と磁気ディスク2aの衝突による衝撃が大きくなる。

【0021】このように、ヘッドスライダ7と磁気ディスク2、2aとの衝突による衝撃が大きくなると、ヘッドスライダ7が破壊してしまったり、磁気ディスク2、2aの表面が傷ついてしまうことがある。特に、磁気ディスク2、2aには、各種データが磁気情報として記録されていることから、その表面が傷つくと、記録情報を読み出すことができなくなることがあるという問題があった。

【0022】特に、リトラクト動作においては、緊急避難的にヘッドスライダ7が退避されることにより、リトラクト速度を大きくする必要があり、この場合、衝突による衝撃が一段と大きくなり、損傷の機会が増大することになる。

【0023】本発明は、以上の点に鑑み、リトラクト時を含めてロード、アンロード速度や位置を所望の値に制御し、ヘッドとディスクの衝突を極力回避して、安全に記録情報の読み出し等をできるようにした、ロード・アンロード装置を提供することを目的としている。

【0024】尚、N-CSS方式の装置の場合には、磁気ヘッドを装着した磁気ヘッドスライダがディスクと接触することがない。このため、ヘッドスライダが退避位置から動き出すロードの開始時と、ヘッドスライダがディスクのデータゾーンから退避位置へ戻るアンロードの開始の時点では、ディスクから位置や速度に関する情報を読みだすことができない。

【0025】したがって、本発明は、N-CSS方式の装置の場合には、停電等に起因するリトラクト時及びロードの際、アンロードの際に本発明が適用される。一方、CSS方式の装置の場合には、ヘッドがディスクが接触している状態からディスクが回転を始めると、ヘッドスライダは浮上してすぐにディスクからの位置又は速度に関する情報を読みだせる。また、アンロードするときは、ディスクの回転が止まってヘッドスライダがディ

スクに接触するまでの間はディスクからの位置又は速度に関する情報を読むことができる。このため、CSS方式の装置の場合には、ディスク面内情報が退避ゾーン

(CSSゾーン)に記録されていない場合を除いて、本発明はロード・アンロード時には適用はなく、電源が停止してディスクからの情報を読むことができない時に、ヘッドスライダが緊急退避をする場合、即ちリトラクト時にのみ主として適用される。

【0026】

【課題を解決するための手段】上記目的は、本発明によれば、ヘッドスライダを有するアームをアクチュエータにより駆動して回転型情報記録ディスクにロード・アンロードする装置において、前記アクチュエータを駆動回路により駆動すると共に、このアクチュエータのボイスコイル型駆動機構の逆起電圧が検出されて、この駆動回路にフィードバックされることにより、この駆動回路が、アクチュエータの位置及び速度の制御を行なう構成としたロード・アンロード装置により、達成される。

【0027】また、上記目的は、本発明によれば、回転型情報記録ディスクと、ヘッドスライダをこのディスクの表面に沿って移動可能にサスペンションを介して支持するアームと、このアームを駆動するボイスコイル形駆動機構と、前記ヘッドスライダを前記ディスクのデータゾーン外の退避エリアに退避させる機構とを持つ磁気ディスク装置のロード・アンロード装置であって、前記ボイスコイル形駆動機構を駆動する回路手段と、前記ボイスコイルに生じる逆起電力を計測する手段と、この逆起電力の電圧値からアーム速度を算出する手段と、このアーム速度に基づいて駆動電流値を調節する手段とを含んでおり、ヘッドスライダをロードまたはアンロードする時のアーム速度に基づいて閉ループ制御する構成としたロード・アンロード装置により、達成される。

【0028】前記退避エリアが、ディスク外に形成されてノンコンタクトスタートストップ方式としてもよい。

【0029】前記退避エリアが、ディスク上に設けられてコンタクトスタートストップ方式としてもよい。

【0030】好ましくは、前記アーム速度からアームの位置を算出する手段を備え、かつこのアーム速度と位置とに基づいて駆動電流値を調節する手段を備え、ヘッドスライダをロードまたはアンロードする時のアーム速度と位置とに基づいて閉ループ制御する構成とすることができる。

【0031】また、好ましくは、前記回路手段がパルス駆動回路であり、前記計測手段がサンプリング計測回路である。

【0032】好ましくは、前記パルス駆動回路が、パルス幅変調回路またはパルス振幅変調回路である。

【0033】また、前記回路手段がアナログ駆動回路であり、前記計測手段がアナログ計測回路である。

【0034】また、好ましくは、前記ボイスコイル形駆

動機構の抵抗相当分が R 、インダクタンス相当分が L で表されるとき、前記パルス駆動回路の駆動周波数 f が、 $f < R/2L$ である。

【0035】好ましくは、前記ロードまたはアンロード時の前記ヘッドスライダの前記ディスクに対するロード、アンロード速度が、ディスクの面に対して平行な方向において、 140mm/s を越えないように、前記アームの駆動速度を制御する。

【0036】また、好ましくは、前記ロードまたはアンロード時の前記ヘッドスライダの前記ディスクに対するロード、アンロード速度が、ディスクの面に対して垂直な方向において、 20mm/s を越えないように、前記アームの駆動速度を制御する。

【0037】さらに、前記アーム速度の速度算出手段は、速度を複数回数計測した後、平均するように構成される。

【0038】前記位置算出手段は、前記アーム速度の速度算出手段によって検出された速度を積分して位置を算出するようにする。

【0039】好ましくは、リトラクト時、前記ディスクを回転駆動するモータの逆起電力により、アンロードするように構成する。

【0040】好ましくは、リトラクト時、このロード・アンロード装置に付随するコンデンサ又は電力蓄積装置の電力により、アンロードするように構成する。

【0041】また、前記ヘッドスライダが、前記ディスク外周部の定位置、すなわち、ディスクの半径方向を r 、周方向を θ で表した場合、 $r_1 < r < r_2$ （ただし、 r_1 、 r_2 は、 $r_1 < r_2$ である定数）
 $\theta_1 < \theta < \theta_2$ （ただし、 θ_1 、 θ_2 は、 $\theta_1 < \theta_2$ である定数）

の位置にロード・アンロードするように構成する。

【0042】また、上記目的は、本発明にあつては、ヘッドスライダを有するアームを駆動するアクチュエータにより駆動して回転型情報記録ディスクにロード・アンロードする装置の前記アクチュエータに接続される駆動制御回路であつて、前記アクチュエータを駆動回路により駆動すると共に、このアクチュエータのボイスコイル型駆動機構の逆起電圧が検出されて、この駆動回路にフィードバックされることにより、この駆動回路が、アクチュエータの位置及び速度の制御を行なう構成としたロード・アンロード装置の駆動制御回路により、達成される。

【0043】また、上記目的は、本発明にあつては、回転型情報記録ディスクと、ヘッドスライダをこのディスクの表面に沿って移動可能にサスペンションを介して支持するアームと、このアームを駆動するボイスコイル形駆動機構と、前記ヘッドスライダを前記ディスクの外側

の退避エリアに退避させる機構とを持つ磁気ディスク装置のノンコンタクトスタートストップ方式のロード・アンロード装置の前記ボイスコイル型駆動機構に接続される駆動制御回路であつて、前記ボイスコイル形駆動機構を駆動する回路手段と、前記ボイスコイルに生じる逆起電力を計測する手段と、この逆起電力の電圧値からアーム速度を算出する手段と、このアーム速度に基づいて駆動電流値を調節する手段とを含んでおり、ヘッドスライダをロードまたはアンロードする時のアーム速度に基づいて閉ループ制御する構成とした、ノンコンタクトスタートストップ方式のロード・アンロード装置の駆動制御回路によつても、達成される。

【0044】また、上記目的は、本発明にあつては、回転型情報記録ディスクと、ヘッドスライダをこのディスクの表面に沿って移動可能にサスペンションを介して支持するアームと、このアームを駆動するボイスコイル形駆動機構と、前記ヘッドスライダを前記ディスクのデータゾーン以外の退避エリアに退避させる機構とを持つ磁気ディスク装置のコンタクトスタートストップ方式のロード・アンロード装置の前記ボイスコイル型駆動機構に接続される駆動制御回路であつて、前記ボイスコイル形駆動機構を駆動する回路手段と、前記ボイスコイルに生じる逆起電力を計測する手段と、この逆起電力の電圧値からアーム速度を算出する手段と、このアーム速度に基づいて駆動電流値を調節する手段とを含んでおり、ヘッドスライダをロードまたはアンロードする時のアーム速度に基づいて閉ループ制御する構成とした、コンタクトスタートストップ方式のロード・アンロード装置の駆動制御回路によつても、達成される。

【0045】好ましくは、前記アーム速度からアームの位置を算出する手段を備え、かつこのアーム速度と位置とに基づいて駆動電流値を調節する手段を備え、ヘッドスライダをロードまたはアンロードする時のアーム速度と位置とに基づいて閉ループ制御する構成としてもよい。

【0046】好ましくは、前記逆起電力計測手段は、ボイスコイルに生じる逆起電力のサンプリング手段を有し、このサンプリング手段のスイッチがMOS FETである。

【0047】また、前記スイッチが、アナログスイッチで構成されていてもよい。

【0048】また、前記逆起電力計測手段は、駆動パルスのオフから逆起電力計測までの間に、ボイスコイルの両端を接地するようにする。

【0049】また、前記逆起電力計測手段は、駆動パルスのオフから逆起電力計測までの間に、ボイスコイルの片端を接地するようにする。

【0050】また、前記逆起電力計測手段は、発振防止用のスイッチが設けられており、駆動パルスのオフ時にはこのスイッチをオフするようにする。

【0051】好ましくは、前記アームが所望の速度で前記ディスクのロードもしくはアンロードした後、アームがその速度でディスク上を移動して所定のストッパに当たり、前記ヘッドスライダが記録エリア外において止まり得る十分な時間経過を待つことにより、ロードもしくはアンロード処理の終了とするようにしてもよい。

【0052】また、好ましくは、前記アームが所望の速度で前記ディスクのロードした後、アームがその速度でディスク上を移動し、ヘッドがディスクからロードした信号を得ることにより、ロード・アンロード処理の終了とするようにしてもよい。

【0053】また、前記ディスクを駆動するスピンドルモータの駆動機能を持つように構成してもよい。

【0054】

【作用】上記構成によれば、アクチュエータを駆動するためのボイスコイルが発生する逆起電力を正確に把握することが可能であるため、ロード、アンロード速度を精度良く制御することが可能であり、従って、ロード、アンロード時におけるヘッドとディスクの衝突を極力避け、安全にロード・アンロードすることが可能である。

【0055】

【実施例】以下、この発明の好適な実施例を添付図面を参照しながら、詳細に説明する。尚、以下に述べる実施例は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの態様に限られるものではない。

【0056】図1は、本発明によるロード・アンロード装置を組み込んだ磁気ディスク装置の第一の実施例の構成を示す図である。

【0057】図1において、磁気ディスク装置10は、回転駆動される磁気ディスク2と、ヘッドスライダをこの磁気ディスク2の表面に沿って僅かに浮上した状態で半径方向に移動するように支持するアクチュエータ3とを含んでいる。

【0058】このアクチュエータ3は、図示のように、回転軸4の周りに回転可能に支持されたアーム5と、このアーム5の先端に対してサスペンション6を介して支持されたヘッドスライダ7と、このアーム5を回転軸4の周りに回転駆動させるボイスコイル8とから構成されている。

【0059】さらに、上記磁気ディスク装置1は、そのアクチュエータ3のサスペンション6の先端から延びるカムフォロア6aと、上記磁気ディスク2の外周部付近に設けられたカム部材9とを有している。これにより、ダイナミックロード・アンロード方式を採用したロード・アンロード装置が構成されている。

【0060】以上の構成は、図16に示した従来のダイナミックロード・アンロード方式を採用した磁気ディスク装置1と同様の構成であるが、本実施例による磁気デ

ィスク装置10においては、上記アクチュエータ3は、そのボイスコイル8が、アクチュエータ駆動回路11により駆動されると共に、ボイスコイル8は、サンプルホールド回路12に接続されている。

【0061】このサンプルホールド回路12は、ボイスコイル8の逆起電力計測手段であり、速度電圧平均化回路13が接続されている。これにより、サンプルホールド回路12の出力信号は、速度電圧平均化回路13により、平均化された後、速度電圧S1として、直接に制御回路14に入力されるようになっている。さらに好ましくは、サンプルホールド回路12の出力信号は、速度電圧平均化回路13を経て積分回路15にも与えられるように構成することができ、この積分回路15を介して、位置電圧S2として、制御回路14に入力される。この制御回路14には、参照値テーブル16からの基準位置電圧S3が入力されている。

【0062】上記駆動回路11には、発振回路17が接続されており、この発振回路17から例えば周波数1kHzの信号が入力されるようになっている。また、この駆動回路11には制御回路14が接続されており、上記制御回路14からの出力信号が入力されるようになっている。また、この駆動回路11は、好ましくは、タイマー11aを有しており、後述するように、ロードもしくはアンロードの処理終了のタイミングを得ようになっている。

【0063】発振回路17からの信号は、サンプルホールド回路12にも入力され、サンプルホールドのタイミングクロックとして使用される。さらに、磁気ディスク2は、モータ19により回転駆動されるようになっており、このため磁気ディスク装置10は、ディスク回転用モータ19の駆動回路18を備えている。

【0064】駆動回路11は、発振回路17から信号に基づいて、周波数1kHz、振幅0.5Vのパルス電圧を発生し、アクチュエータ3を駆動するようになっている。これにより、アンロード時（リトラクト時）、駆動電圧がオンのときは、アクチュエータ3は、その先端がR1の方向に回転する。またロード時に、駆動電圧がオンのときは、アクチュエータ3は、その先端がR2の方向に回転する。

【0065】またロード時、アンロード時（リトラクト時）、駆動電圧がオフのときは、アクチュエータ3は、上記R1またはR2の方向に向かって慣性で動き続ける。この際、サンプルホールド回路12のサンプラー12aがオンとなり、アクチュエータ3の回転速度に比例した逆起電圧が、ホールダー12bにより、サンプルホールドされ、出力されるようになっている。

【0066】このサンプルホールド回路12からの出力電圧は、速度電圧平均化回路13により平均化された後、さらに積分回路15によって積分されて制御回路14に、位置電圧S2として入力されるようになっている。

る。この制御回路14は、積分回路15からの入力電圧S2を、参照値テーブル16によって設定された基準位置電圧S3と比較し、その結果を駆動回路11にフィードバックする。これにより、駆動回路11は、例えばパルスのデューティを変化させることにより、PWM

(Puls Width Modulation)の手法を適用して、アクチュエータ3を所望の速度でコントロールする。

【0067】尚、停電などにより正常に電源を供給することができなくなった場合、磁気ディスク装置10は、磁気ディスク2の回転によってボイスコイル8に発生する逆起電力をリトラクト動作に使用する。

【0068】以下さらに、動作に関して詳しく述べる。駆動回路11は、例えばHブリッジ型電圧駆動VCMコントローラであり、周波数1kHz、電圧値0.5V、デューティ50%のパルス電圧により、アクチュエータ3を駆動する。これによりアンロード時(リトラクト時)、アクチュエータ3はR1方向に回転し、駆動電圧がオフのときには、ボイスコイル8で発生する逆起電圧がサンプルホールド回路12に取り込まれる。

【0069】図2は、アクチュエータ3の動きに伴った、各要素の時間経過波形を示している。図2において、1回のロード、またはアンロード(リトラクト)に要する時間は約0.75秒である。図2(A)は、アクチュエータ3の回転角度、図2(B)はアクチュエータ3の角速度を示している。

【0070】また、図3は、ボイスコイル8の端子電圧を示しており、ここでは、図2(B)にて時間aの部分が拡大して示されている。この場合、駆動電圧がオンの時は、この駆動電圧そのものが、また駆動電圧がオフの時は、アクチュエータ3の角速度に比例した逆起電圧が現れる。ここで、ボイスコイル8のインダクタンスLにより、駆動電圧がオフになっても130μsほどの間は、逆起電圧が正確に観測できないので、図3に示すように、サンプラ12aの動作オンは、駆動電圧のオフ区間の開始から130μs以降で行なわれるようになっている。

【0071】ここで、サンプラ12aの動作オンのタイミングを考えると、アクチュエータ3を駆動する駆動電圧の周波数は以下になる。ボイスコイル8の時定数を考慮すると、その抵抗相当分をR、インダクタンス相当分をLとすると、駆動周波数fは、 $f < R/2L$ となる。すなわち、上記式により与えられる条件を超えて駆動周波数が高くなると、逆起電圧を観測できなくなり、そのとりこみが不可能となる。

【0072】このようにしてサンプルホールド回路12により観測された逆起電圧は、ホールダー12bを経て、図4(A)に示すような速度電圧として出力される。このあと、速度電圧平均化回路13により図4

(B)に示すように平均化された速度電圧は、積分回路15によって図4(C)に示すような位置電圧に変換さ

れたあと、制御回路14に入力される。

【0073】かくして、位置ループが構成される。ここで、上記速度電圧平均化回路13は、例えば二次のローパスフィルタを構成して用いたが、このような移動平均を用いなくても単純平均でもよい。

【0074】図5は、逆起電圧(縦軸)と、ヘッドスライダ7の磁気ディスク2の表面に対して垂直方向の移動速度(横軸)の関係を示している。この逆起電圧は、適当なゲイン(100倍程度)で増幅されている。また図6は、この逆起電圧(縦軸)と、ヘッドスライダ7の磁気ディスク2の表面に対して水平方向の移動速度の関係を関係を示している。

【0075】この、ヘッドスライダ7の磁気ディスク2の表面に対して垂直方向の移動速度は、カム部材9のカム面9bの傾斜角度と、回転軸4からヘッドスライダ7までの距離が決まれば、アクチュエータ3の角速度から一義的に決定される。尚、ヘッドスライダの磁気ディスク表面に沿って移動する移動速度が、例えば140mm/s以下になるように、アクチュエータ3の駆動制御が行なわれ、これによりヘッドスライダ7の垂直方向の移動速度が20mm/s以下になるように保持されている。

【0076】ここで使用されているカム部材9の磁気ディスク2の表面に対する傾斜角度は約5.7度、回転軸4からヘッドスライダ7までの距離は約40mmである。また、逆起電圧はアクチュエータ3の角速度に比例するので、ヘッドスライダ7の磁気ディスク2の表面に沿った移動速度も逆起電圧に比例している。

【0077】たとえばヘッドスライダ7の磁気ディスク表面に沿った移動速度が140mm/sである場合、対応する増幅された逆起電圧は約1Vである。この速度電圧は、積分回路15に入力され、この積分回路15にて位置電圧に変換される。

【0078】このあと、これらの速度電圧、位置電圧は制御回路14にフィードバックされ、参照値テーブル16に設定された時々刻々と変化する所望のプロファイルを持った位置電圧情報と比較され、その結果により、制御回路14からアナログ駆動電圧として出力される。この場合、参照値テーブルは、位置電圧として与えたが、時々刻々と変化する所望のプロファイルを持った速度電圧情報として与えても、同様の効果があることは自明である。

【0079】上記アナログ駆動電圧は、駆動回路11に入力され、駆動回路11のパルスデューティを変化させることにより、ロード・アンロード時に、ヘッドスライダ7を磁気ディスク2の表面に沿って140mm/sの速度以下で移動させるように、アクチュエータ3を駆動する。この結果、ヘッドスライダ7が磁気ディスク2の表面に比較的大きな衝撃にて衝突するようなことはなく、極めて安全にヘッドスライダ7のロード・アンロー

ドが行われることになる。

【0080】また、ロード処理の終了を知らせるため、ロードの開始から経過時間をタイマー11aで計測し、例えばロードの終了1秒後にロード終了のマークを外部に送るようにしてもよい。さらに、アンロードの処理の終了を知らせるため、アンロード開始からの経過時間をタイマー11aで計測し、例えばアンロード終了1秒後にアンロード終了のマークを外部に送るようにしてもよい。

【0081】尚、好ましくは、前記ヘッドスライダ7が、前記磁気ディスク2外周部の定位置、すなわち、ディスクの半径方向を r 、周方向を θ で表した場合に、 $r_1 < r < r_2$ （ただし、 r_1 、 r_2 は、 $r_1 < r_2$ である定数）、 $\theta_1 < \theta < \theta_2$ （ただし、 θ_1 、 θ_2 は、 $\theta_1 < \theta_2$ である定数）により定められる位置にロード・アンロードするように構成されると好ましい。

【0082】すなわち、上述の制御を行ってもなおヘッドスライダ7が磁気ディスク2に衝突した場合を考えて、磁気ディスク2の上記位置には記録情報として重要な情報を記録しないようにしておく。この場合、 θ の値は、例えば磁気ディスク2を回転させるスピンドルモータに装着されるFGマグネットの位相検出値により求められる。すなわち、FGマグネットの位相検出値を例えば図1の起動トリガ入力として参照値テーブルに与えるようにしてもよい。

【0083】また、 r_1 、 r_2 の値は、ディスク設計上の好適な位置を選んで決定することができる。これにより、ヘッドスライダ7がもし磁気ディスク2と衝突するようなことがあっても重要な情報の破壊といった事態を防ぐことができ、より安全なロード・アンロード、さらにはリトラクトを実現することができる。

【0084】図7は、本発明の第二の実施例を示している。この第二の実施例において、図1の実施例と同一の符号を付した箇所の構成は同じであるから重複する説明は省略する。図において、本実施例の磁気ディスク装置では、アクチュエータ3の駆動制御手段が同一基板上に集積された駆動制御回路41として構成されている点が第一の実施例と異なっている。

【0085】この第1の駆動制御回路41は、好ましくはアクチュエータ3だけではなく、磁気ディスク2を回転駆動するモータ19の駆動回路18も同一基板上に搭載している。この実施例は、以上のように構成されており、第一の実施例と同等の作用及び効果を発揮することができる。さらに、この場合、サンプルホールド回路12のスイッチング構成は、具体的には例えば図8に示すように構成されている。

【0086】図において、発振回路17からの駆動パルスS4は、駆動回路11の反転オン／オフ端子11dに入力されるようになっている。サンプラー12a内には、この場合4つのスイッチSW1、SW2、SW3、

SW4が設けられている。これらの各スイッチSW1、SW2、SW3、SW4は、好ましくはMOS FETで構成されており、少ない消費電力でスイッチングが行われるようになっている。尚、これらの各スイッチSW1、SW2、SW3、SW4は、通常のアナログスイッチで構成してもよい。

【0087】サンプラー12aの各スイッチの動作オンであるWINDOW出力は、SW1とSW3の制御端子に接続されている。反転WINDOW出力は、SW2とSW4の制御端子に接続されている。ボイスコイル8の一端は駆動回路11の出力端子11cに接続されており、さらにSW1の端子を介してホルダー12aと接続されている。このボイスコイル8の一端にはコンデンサC1及び抵抗R1が接続されている。ボイスコイル8の他端は駆動回路11の出力端子11bと接続されており、さらにSW3の端子を介してホルダー12bと接続されている。このボイスコイル8の他端にはコンデンサC2及び抵抗R2が接続されている。

【0088】SW2はSW1のホルダー側端子を地絡またはオープンにすることができる。SW4はSW2のホルダー側端子を地絡またはオープンにすることができる。駆動回路11の反転オン／オフ端子11dは、発振回路17からの駆動パルスS4がL（LOW）のとき駆動信号をボイスコイル8に伝え、H（HIGH）のときにボイスコイル8の駆動を停止するような制御端子である。

【0089】次に図9のタイミングチャートを参照して図8のスイッチング回路の動作を説明する。駆動パルスS4がL、WINDOW出力がL（反転WINDOW出力がH）のときにはボイスコイルは動作オンであり、SW1とSW3がオフで、SW2とSW4がオンである。このときホルダー12bの入力はGNDレベルである。ここで、例えばホルダー12bに回路の初段アンプのゼロ点校正を行うことができる。

【0090】駆動パルスS4がH、WINDOW出力がL（反転WINDOW出力がH）のときには、駆動回路11のVCM主力端子がオープンとなって、ボイスコイルは動作オフとなり、SW1がオフ、SW2がオン、SW3がオフ、SW4がオンであり、ホルダー12bの入力は接地されている。駆動パルスS4がHとなって130マイクロ秒経った後、WINDOW出力がH（反転WINDOW出力がL）となり、SW1がオン、SW2がオフ、SW3がオン、SW4がオフとなり、SW1とSW3に接続されたボイスコイル8の端子から逆起電圧がホルダーへ出力される。

【0091】図10は図8のスイッチング構成の改良例を示している。図8では、発振防止のためにボイスコイル8の両端に抵抗R1、R2とコンデンサC1、C2が接地されているが、発振防止に必要な抵抗分を抵抗R1、R2でなくスイッチ抵抗を利用することとして、図

10のように構成する。これにより、発振防止用コンデンサC1、C2による駆動パルスS4オフ区間への影響がなくなるという好ましい効果が得られる。尚、具体的スイッチ構成は後述の図11のものと共通している。

【0092】図11はサンプルホールド回路12の別のスイッチング構成を示している。この構成例では、駆動電圧のオフ区間の開始から130マイクロ秒以降の間に、ボイスコイル8の両端を接地するようにしている。これにより、ボイスコイル8に残留している電荷をより早く逃がすことができる。

【0093】即ち、駆動パルスS4の出力が駆動回路11の反転オン／オフ端子11dとサンプラー12aのSW1とSW3の制御端子に接続されている。また反転WINDOW出力がSW2の制御端子に接続されている。駆動回路11の出力端子11cにつながれたボイスコイル8の一端側は、SW1を介してホルダー12bと接続されている。SW2は、SW1とSW3の各ホルダー側端子同士をショートまたはオープンにすることができる。駆動回路11の反転オン／オフ端子はLOW(L)のときに駆動信号をボイスコイル8に伝え、HIGH(H)のときには、ボイスコイル8の出力を停止するような制御端子である。

【0094】次に図12のタイミングチャートを参照して図11のスイッチング回路の動作を説明する。駆動パルスS4がL、反転WINDOW出力がHのときには、ボイスコイル8の動作はオンであり、SW1とSW3がオフであり、SW2がオンである。このとき、ホルダー12bの入力はGNDレベルである。ここで、例えばホルダー12bに回路の初段アンプのゼロ点校正を行うことができる。駆動パルスがH、反転WINDOW出力がHのときは、駆動回路11のボイスコイル出力端子がオープンとなってボイスコイル8は動作オフとなりSW1とSW3がオン、SW2がオンとなってボイスコイル8の両端子が接地されており、ホルダー12bの入力は接地されている。駆動パルスS4がHとなって130マイクロ秒たった後、反転WINDOW出力がLとなり、SW1オン、SW3オン、SW2がオフとなり、SW1につながれたボイスコイル端子から逆起電圧がホルダー12bへ出力される。

【0095】図13はサンプルホールド回路12のさらに別のスイッチング構成を示している。この構成例では、駆動電圧のオフ区間の開始から130マイクロ秒以降の間に、ボイスコイル8の片端を接地するようにしている。これにより、ボイスコイル8に残留している電荷をより早く逃がすことができる。

【0096】即ち、駆動パルスS4の出力が駆動回路11の反転オン／オフ端子11dとサンプラー12aのSW3の制御端子に接続されている。またWINDOW出力がSW1の制御端子に、反転WINDOW出力がSW2の制御端子に接続されている。駆動回路11の出力端

子11cにつながれたボイスコイル8の一端側は、SW1を介してホルダー12bと接続されている。ボイスコイル8の他端は地絡され、ホルダー12bと接続されている。SW2は、SW1とSW3の各ホルダー側端子同士をショートまたはオープンにすることができる。駆動回路11の反転オン／オフ端子はLOW(L)のときに駆動信号をボイスコイル8に伝え、HIGH(H)のときには、ボイスコイル8の出力を停止するような制御端子である。

【0097】次に図14のタイミングチャートを参照して図11のスイッチング回路の動作を説明する。駆動パルスS4がL、WINDOW出力がL（反転WINDOW出力がH）のときには、ボイスコイル8の動作はオンであり、SW1とSW3がオフであり、SW2がオンである。このとき、ホルダー12bの入力はGNDレベルである。ここで、例えばホルダー12bに回路の初段アンプのゼロ点校正を行うことができる。駆動パルスがH、WINDOW出力がL（反転WINDOW出力がH）のときは、駆動回路11のボイスコイル出力端子がオープンとなってボイスコイル8は動作オフとなりSW1とSW3がオフ、SW2がオンとなってボイスコイル8の片端子が接地されており、ホルダー12bの入力は接地されている。駆動パルスS4がHとなって130マイクロ秒たった後、WINDOW出力がH（反転WINDOW出力がL）となり、SW1オン、SW2オフ、SW3がオンとなり、SW1につながれたボイスコイル端子から逆起電圧がホルダー12bへ出力される。

【0098】図15は、本発明によるロード・アンロード装置を組み込んだ磁気ディスク装置の第三の実施例を示している。図15において、磁気ディスク装置20は、図1の実施例と比較して、駆動回路11及び発振回路17の代わりに、駆動回路21が備えられ、またサンプルホールド回路12及び速度電圧平均化回路13の代わりに、電圧差分器22が備えられ、さらに制御回路14の代わりに、制御回路23が備えられている点で、異なる構成である。

【0099】この構成によれば、駆動回路21によるアクチュエータ3の駆動パルスは、そのデューティが50%に固定されていて、駆動回路21のパルス電圧の電圧値を調整することにより、アクチュエータ3の回転速度制御を行うようになっている。

【0100】図16は、アクチュエータ3の動きに伴った、各要素の時間経過波形を示している。図16において、1回のロード、またはアンロード（リトラクト）に要する時間は約0.75秒である。図16(A)は、アクチュエータ3の回転角度、図16(B)はアクチュエータ3の角速度を示している。また、図16(C)は、駆動回路21の駆動電圧を示しており、この場合は単純な矩形波制御を行なうようになっている。

【0101】これにより、ボイスコイル8の端子電圧

は、図17(A)に示すようになっていいる。この場合、ボイスコイルの端子電圧は、点線で示す駆動電圧に対して、逆起電圧により、電圧が変動している。

【0102】この駆動回路21の駆動電圧とボイスコイル8の端子電圧と電圧差に基づいて、電圧差分器22は、図17(B)に示すように、アクチュエータ3の角速度に比例した逆起電圧を取り出す。続いて、この逆起電圧は、積分回路15によって図17(C)に示すような位置電圧に変換された後、制御回路23に入力される。かくして、速度、位置ループが構成されることになる。

【0103】図18は、本発明によるロード・アンロード装置を組み込んだ磁気ディスク装置の第4の実施例の構成を示す図である。図18において、磁気ディスク装置30は、コンタクトスタートストップ(CSS)方式を採用している。ここで、CSS方式の場合は、一般にロード時にはディスクの面内情報により、速度制御が可能である。このため、ボイスコイルの逆起電力を利用してアクチュエータの速度を制御する必要がない。したがって、本発明がCSS方式のディスク装置に適用される場合は、主として停電などの際の緊急退避時におけるアクチュエータの速度制御である。しかし、CSS方式の磁気ディスク装置であっても、面内情報がディスク上の所定の箇所に記録されていない場合には、ロード時・アンロード時にも本発明が適用される。

【0104】図において、磁気ディスク装置30は、回転駆動される磁気ディスク2aと、ヘッドスライダをこの磁気ディスク2aの表面に沿って僅かに浮上した状態で半径方向に移動するように支持するアクチュエータ3aとを含んでいる。

【0105】このアクチュエータ3は、図示のように、回転軸4の周りに回転可能に支持されたアーム5と、このアーム5の先端に対してサスペンション6を介して支持されたヘッドスライダ7と、このアーム5を回転軸4の周りに回転駆動させるボイスコイル8とから構成されている。

【0106】さらに、上記磁気ディスク装置30は、起動停止時に、ヘッドスライダ7を磁気ディスク2a上に浮上される場所で、リトラクト時には退避エリアを形成するCSSゾーンCSSが、磁気ディスク2aの内周側、データエリア外に形成され、さらにアクチュエータ3aの動作を機械的に停止してヘッドスライダ7の磁気ディスク2aの内周側へ向かっての移動をCSSゾーンCSSで停止するストッパ3cが設けられている。

【0107】以上の構成は、図26に示した従来のCSS方式を採用した磁気ディスク装置1aと同様の構成であるが、本実施例による磁気ディスク装置30においては、上記アクチュエータ3は、そのボイスコイル8が、アクチュエータ駆動回路11によりPWM駆動されると共に、ボイスコイル8は、サンプルホールド回路12に

接続されている。さらに、磁気ディスク2は、モータ19により回転駆動されるようになっており、このため磁気ディスク装置10は、ディスク回転用モータ19の駆動回路18を備えている。また、駆動回路11は、好ましくは、タイマー11aを有しており、後述するように、リトラクト終了のタイミングを得るようになっている。

【0108】このサンプルホールド回路12の出力信号は、速度電圧平均化回路13により、平均化された後、速度電圧S1として、直接に制御回路34に入力される。さらに好ましくは、サンプルホールド回路12の出力信号は、速度電圧平均化回路13を経て積分回路15にも与えられるように構成することができ、この積分回路15を介して、位置電圧S2として、制御回路34に入力される。この制御回路34には、参照値テーブル16からの基準位置電圧S3が入力されている。

【0109】尚、上記駆動回路11には、発振回路17から例えば周波数1kHzの信号が入力されると共に、上記制御回路34からの出力信号が入力される。また、発振回路17からの信号は、サンプルホールド回路12にも入力され、サンプルホールドのタイミングクロックとして使用される。

【0110】駆動回路11は、発振回路17から信号に基づいて、周波数1kHz、振幅0.5Vのパルス電圧を発生し、アクチュエータ3aを駆動する。これにより、停電などによるリトラクト時、さらにはアンロード時、駆動電圧がオンのときは、アクチュエータ3aは、その先端がR1の方向に回転し、駆動電圧がオフのときは、慣性で同方向に動き続ける。

【0111】この際、サンプルホールド回路12のサンブラー12aがオンとなり、アクチュエータ3aの回転速度に比例した逆起電圧が、ホールダ12bにより、サンプルホールドされ、出力される。このサンプルホールド回路12からの出力電圧は、速度電圧平均化回路13により平均化された後、さらに積分回路15によって積分されて制御回路34に、位置電圧S2として入力される。この制御回路34は、積分回路15からの入力電圧S2を、参照値テーブル16によって設定された基準位置電圧S3と比較し、その結果を駆動回路11にフィードバックする。これにより、駆動回路11は、パルスのデューティーを変化させ、アクチュエータ3aを所望の速度でコントロールする。

【0112】尚、停電などにより正常に電源を供給することができなくなった場合、磁気ディスク装置30は、磁気ディスク2aの回転によって発生する逆起電力をリトラクト動作に使用する。

【0113】以下、動作に関して詳しく述べる。駆動回路11は、例えばHブリッジ型電圧駆動VCMコントローラーであり、周波数1kHz、電圧値0.5V、デューティー50%のパルス電圧により、アクチュエータ3

を駆動する。これによりリトラクト時、アクチュエータ3aはR1方向に回転し、駆動電圧がオフのときには、ボイスコイル8で発生する逆起電圧がサンプルホールド回路12に取り込まれる。

【0114】ここでアクチュエータ3の動きに伴った、各要素の時間経過を説明する。なお第一の実施例に対して、この実施例においては、アクチュエータ3aの駆動方向が逆方向になる点を除いてほぼ同一であり、これにより図3～図4を流用して各要素の時間経過を説明する。

【0115】この実施例においても、1回のロード、またはアンロード（リトラクト）に要する時間は約0.75秒であり、ボイスコイルの端子電圧が、駆動電圧がオンの時は、この駆動電圧そのものが、また駆動電圧がオフの時は、アクチュエータ3aの角速度に比例した逆起電圧が現れる。磁気ディスク装置30は、駆動電圧のオフ区間の開始から130 μ s以降でサンプラー12aをオン動作させ、ボイスコイルの逆起電圧を正確に観測する。また、磁気ディスク装置30は、サンプラー12aの動作周波数をボイスコイル8の時定数を考慮して第一の実施例と同様に設定し、ボイスコイルの逆起電圧を確実にとりこむようにしている。

【0116】このようにしてサンプルホールド回路12により観測された逆起電圧は、ホールダー12bを経て速度電圧（図4（A））として出力され、速度電圧平均化回路13により平均化され（図4（B））、積分回路15によって位置電圧（図4（C））に変換されて制御回路34に入力され、これにより位置ループが構成される。

【0117】この場合も逆起電圧はアクチュエータ3aの角速度に比例するので、ヘッドスライダ7の磁気ディスク2aの表面に沿った移動速度も逆起電圧に比例していることになる。このためこの実施例では、ヘッドスライダ7の磁気ディスク表面に沿った移動速度が140mm/sである場合、対応する増幅された逆起電圧は約1Vになるように設定し、その結果得られる速度電圧は、積分回路15にて位置電圧に変換されることになる。

【0118】このあと、これらの速度電圧、位置電圧は、制御回路34にて参照値テーブル16に設定された時々刻々と変化する所望のプロファイルを持った位置電圧情報と比較され、その結果により、制御回路34からアナログ駆動電圧が駆動回路11に出力され、駆動回路11のパルスデューティが変化させることになる。

【0119】これによりアンロード（リトラクト）時に、ヘッドスライダ7を磁気ディスク2の表面に沿って140mm/sの速度以下で移動させるように、アクチュエータ3aを駆動し、ストッパ3cに衝突した場合にヘッドスライダ7の加わる加速度が10G以下になるように、アクチュエータ3aの駆動制御が行われる。

【0120】この結果、アーム5がストッパ3cに激し

く衝突することがなく、かつこの衝突の衝撃によりヘッドスライダ7が磁気ディスク2の表面に比較的大きな衝撃にて衝突するようなことはなく、極めて安全にヘッドスライダ7のロード・アンロードが行われることになる。また、アンロードもしくはリトラクト時において、また、リトラクトが終了したときには、リトラクトの開始からの時間をタイマー11aで計測し、リトラクト動作の後、例えば1秒後にリトラクト終了のマークを外部に送るようにしてもよい。

【0121】また、上述の図18の実施例では、第一の実施例と同様の回路構成でアクチュエータを駆動する場合について述べたが、図19に示すように、駆動回路11及び発振回路17の代わりに、駆動回路21を設け、またサンプルホールド回路12及び速度電圧平均化回路13の代わりに、電圧差分器22を設けるようにしてもよい。

【0122】この構成によれば、駆動回路21によるアクチュエータ3の駆動パルスは、そのデューティが50%に固定されていて、駆動回路21のパルス電圧の電圧値を調整することにより、アクチュエータ3の回転速度制御を行うようになる。

【0123】また、図1の実施例では、サンプルホールド回路12の出力信号は、速度電圧平均化回路13により平均化された後、速度電圧として、制御回路14に与えられるとともに、積分回路15を介して位置電圧S2として制御回路14に入力されている。すなわち、ヘッドスライダの磁気ディスク2に対する、ロード・アンロードの際の速度だけでなく、ロード・アンロード位置も制御するようにしている。

【0124】しかしながら、ヘッドスライダの磁気ディスク2に対する衝突を防止するためには、その速度制御のみをおこなえばよいことから、ロード・アンロード装置は、図20に示すように位置制御を省略して構成してもよい。なお場合には、参照値テーブル16からは速度電圧が制御回路23にとりこまれるように構成される。

【0125】また、図18の実施例においても、速度制御と位置制御とを同時に実行しているが、図21に示すように、この場合も位置制御を省略して構成してもよい。

【0126】また図20及び図21の実施例とそれぞれ対比して図22及び図23に示すように、駆動回路11及び発振回路17の代わりに、駆動回路21を設け、またサンプルホールド回路12及び速度電圧平均化回路13の代わりに、電圧差分器22を設けるようにしてもよい。

【0127】図24は、本発明のさらに異なる実施例を示している。この実施例において、図18の実施例と同一の符号を付した箇所の構成は同じであるから重複する説明は省略する。図において、本実施例の磁気ディスク装置では、アクチュエータ3の駆動制御手段が同一基板

上に集積された駆動制御回路45として構成されている点が図18の実施例と異なっている。

【0128】この第1の駆動制御回路41は、好ましくはアクチュエータ3だけではなく、磁気ディスク2を回転駆動するモータ19の駆動回路18も同一基板上に搭載している。この実施例は、以上のように構成されており、図18の実施例と同等の作用及び効果を発揮することができる。さらに、この場合、サンプルホールド回路12のスイッチング構成は、例えば上述した図8乃至図13において説明したものが好適に利用される。

【0129】また上述の実施例の駆動回路においては、PWMの手法を適用してアクチュエータを駆動する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、PAM (Puls Amplitude Modulation) の手法を適用してアクチュエータを駆動しても、上述の実施例と同様の効果を得ることができる。

【0130】また上述の実施例の実施例では、停電などにより正常に電源を供給することができなくなった場合、磁気ディスク2aの回転によって発生する逆起電力をリトラクト動作に使用する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ロード・アンロード装置に付随するコンデンサに蓄積された電力をリトラクト動作に使用しても良く、また非常時用の電源を蓄積する電力蓄積装置の電力をリトラクト動作に使用しても良い。

【0131】さらに、以上の実施例において、アクチュエータ3aの駆動制御回路を同一基板に上に構成した場合においても、参照値テーブル14による参照電圧S3は、駆動制御回路41、45の外部から与えられるようにしてもよい。また、発振回路17によるパルス電圧の周波数と大きさは、駆動制御回路41、45の外部から設定できるようにしてもよい。さらに、制御回路14、34による駆動回路11、31へのフィードバックの大きさは、駆動制御回路41、45の外部から設定できるようにしてもよい。

【0132】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、アームの駆動をパルス駆動で行い、駆動電圧がオフのときに駆動源からの逆起電圧を観測し、駆動回路にフィードバックするように構成したので、ロード、アンロード時のヘッドスライダのディスクに対するロード、アンロード速度が、ロード、アンロードに問題のない速度以下になるように、アームの駆動速度を制御することができる。これにより、ロード、アンロード時、リトラクト時におけるヘッドとディスクの衝突を極力回避し、安全にロード・アンロードならびにリトラクトすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるロード・アンロード装置の第一の実施例を組み込んだ磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図2】図1の磁気ディスク装置におけるアクチュエータの回転角度、アクチュエータの角速度を示す図である。

【図3】図1の磁気ディスク装置におけるボイスコイルの端子電圧とサンプルホールド回路の動作状態を示す図である。

【図4】図1の磁気ディスク装置におけるサンプルホールド回路の出力、速度電圧平均化回路の出力及び積分回路の出力を示すタイムチャートである。

【図5】図1の磁気ディスク装置におけるヘッドスライダの磁気ディスク表面に対して垂直方向の移動速度と、増幅された逆起電圧の関係を示すグラフである。

【図6】図1の磁気ディスク装置におけるヘッドスライダの磁気ディスク表面に対して水平方向の移動速度と、増幅された逆起電圧の関係を示すグラフである。

【図7】本発明によるロード・アンロード装置の第二の実施例を組み込んだ磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図8】図7の駆動制御回路のサンプリング回路の第1の構成を示す図である。

【図9】図7の駆動制御回路のサンプリング回路の動作を示すタイムチャートである。

【図10】図7の駆動制御回路のサンプリング回路の第2の構成を示す図である。

【図11】図7の駆動制御回路のサンプリング回路の第3の構成を示す図である。

【図12】図11の駆動制御回路のサンプリング回路の動作を示すタイムチャートである。

【図13】図7の駆動制御回路のサンプリング回路の第4の構成を示す図である。

【図14】図13の駆動制御回路のサンプリング回路の動作を示すタイムチャートである。

【図15】本発明によるロード・アンロード装置の第三の実施例を組み込んだ磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図16】図15の磁気ディスク装置におけるアクチュエータの回転角度、アクチュエータの角速度及び駆動回路の駆動電圧を示すタイムチャートである。

【図17】図15の磁気ディスク装置におけるボイスコイルの端子電圧、電圧差分器の出力及び積分回路の出力を示すタイムチャートである。

【図18】本発明によるロード・アンロード装置の第四の実施例を組み込んだ磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図19】本発明によるロード・アンロード装置の第五の実施例を組み込んだ磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図20】本発明によるロード・アンロード装置の第六の実施例を組み込んだ磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図21】本発明によるロード・アンロード装置の第七の実施例を組み込んだ磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図22】本発明によるロード・アンロード装置の第八の実施例を組み込んだ磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図23】本発明によるロード・アンロード装置の第九の実施例を組み込んだ磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図24】本発明によるロード・アンロード装置の第十の実施例を組み込んだ磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図25】従来のランプローディング方式のロード・アンロード装置を組み込んだ磁気ディスク装置の一例を示す斜視図である。

【図26】従来のCSS方式を採用した磁気ディスク装置の一例を示す斜視図である。

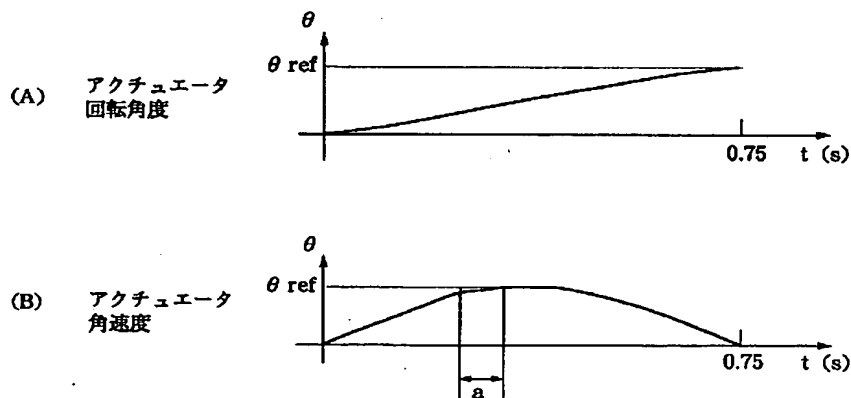
【図27】図12の磁気ディスク装置におけるロード、アンロード速度に対する、アームに取り付けられたAEセンサの出力の変化を示すグラフである。

【図28】図12の磁気ディスク装置におけるリトラクト速度に対する、アームに取り付けられたAEセンサの出力の変化を示すグラフである。

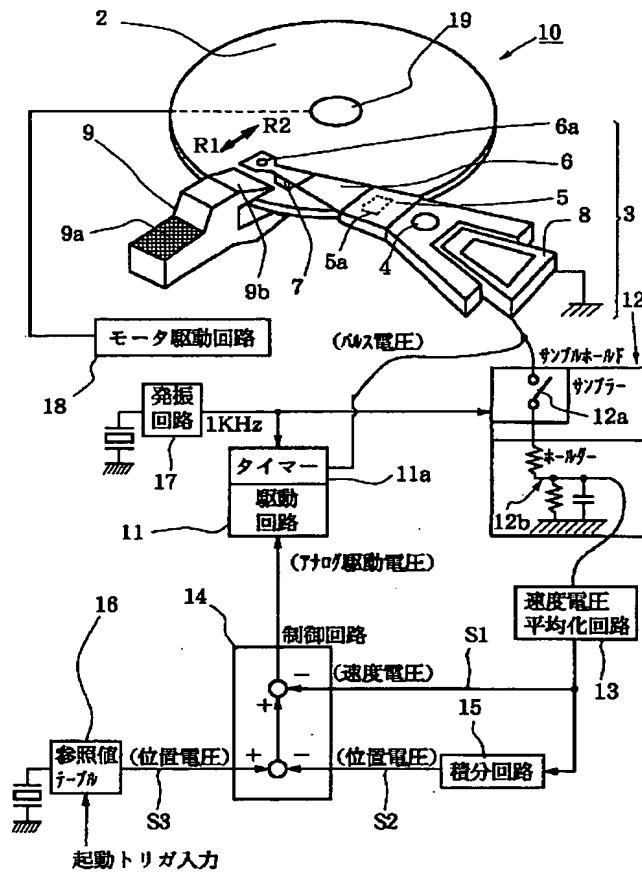
【符号の説明】

1, 10, 20, 30	磁気ディスク装置
2, 2a	磁気ディスク
3, 3a	アクチュエータ
3c	ストッパ
4	回転軸
5	アーム
6	サスペンション
7	ヘッドスライダ
8	ボイスコイル
9	カム部材
11	駆動回路
12	サンプルホールド回路
13	速度電圧平均化回路
14	制御回路
15	積分回路
16	参照値テーブル
17	発振回路
21	駆動回路
22	電圧差分器
23, 34	制御回路
41, 45	駆動制御回路

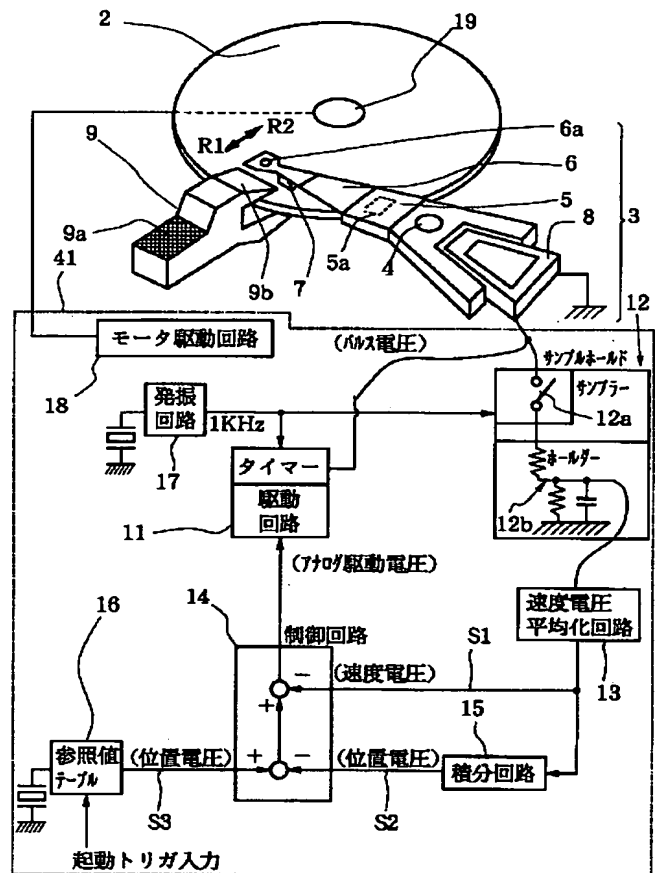
【図2】



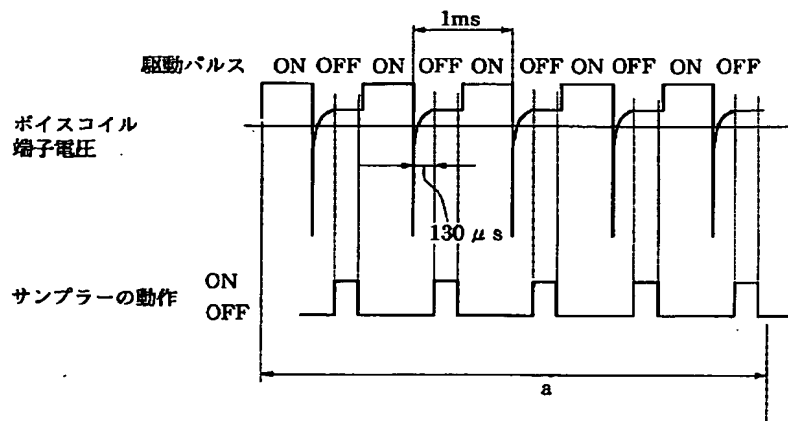
【図1】



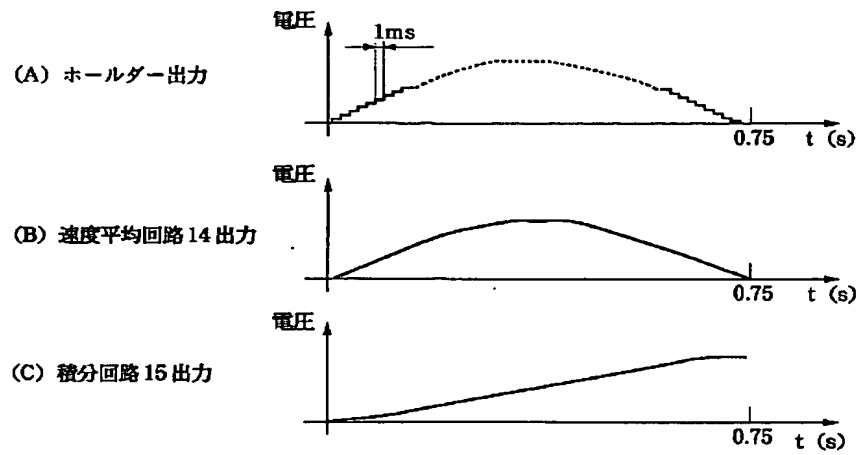
【図7】



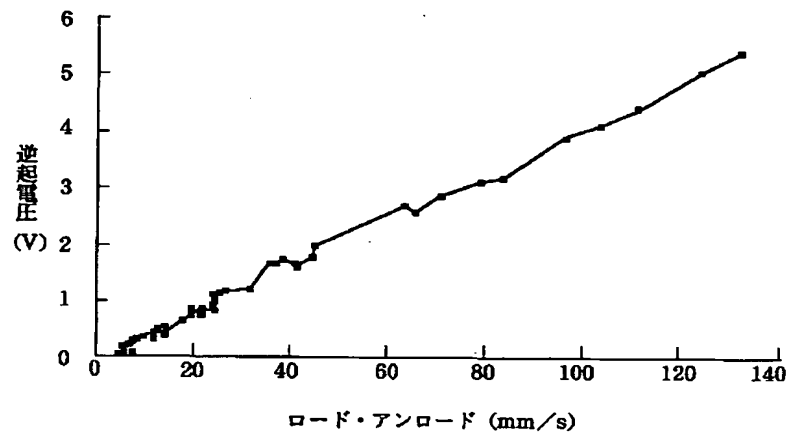
【図3】



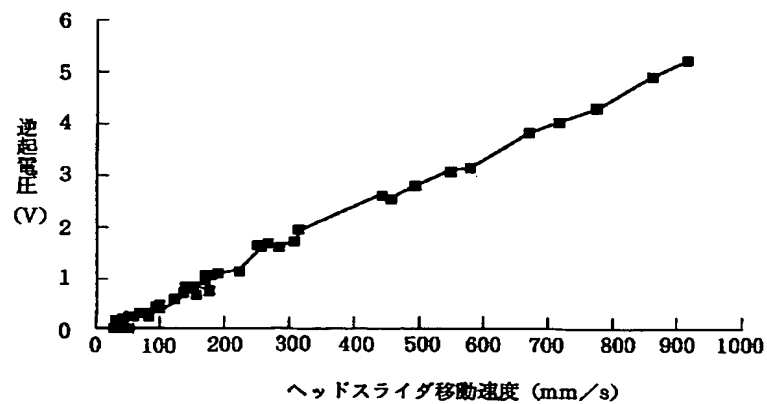
【図4】



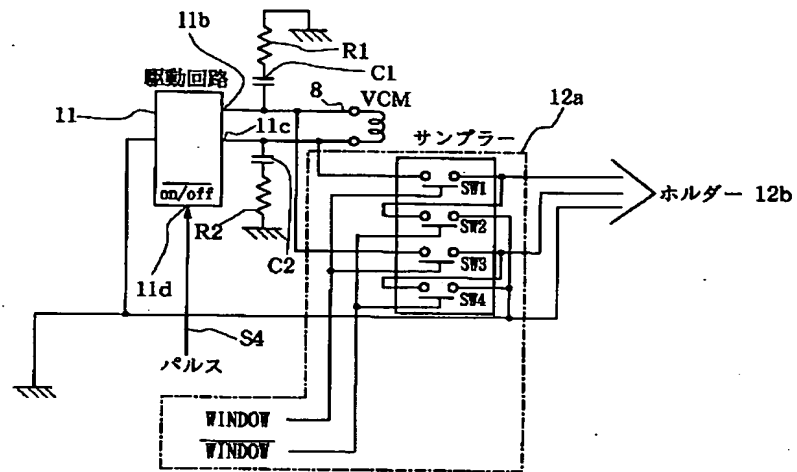
【図5】



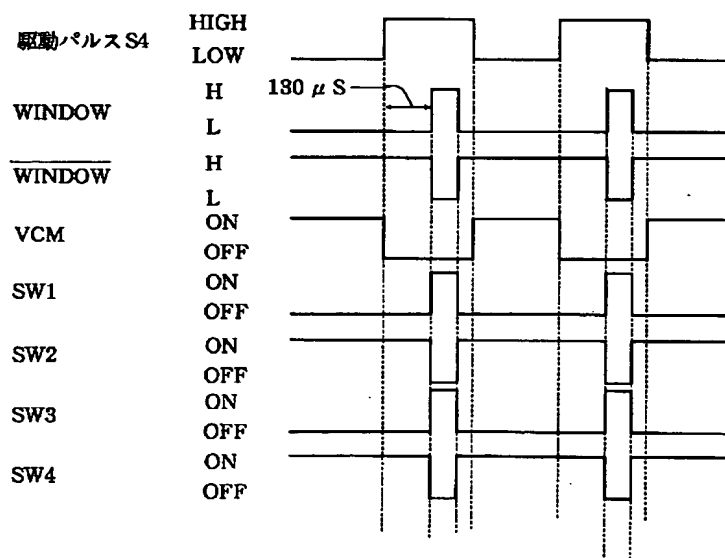
【図6】



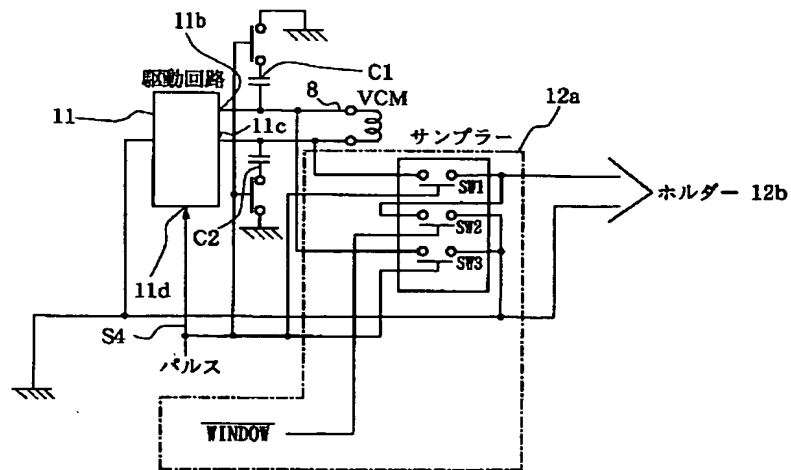
【図8】



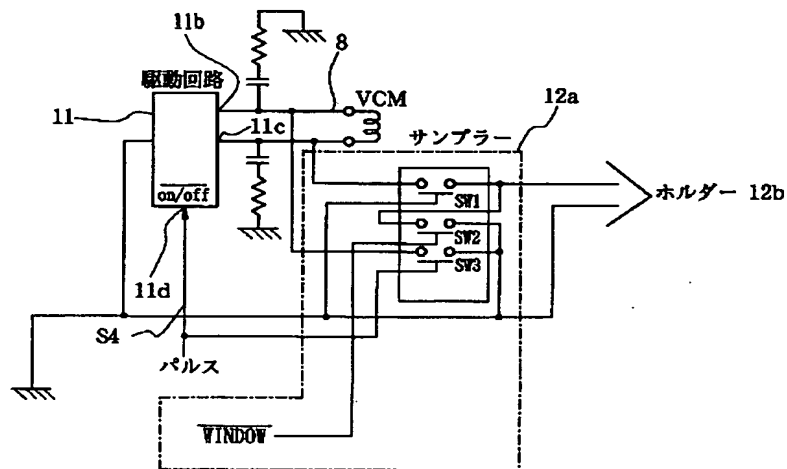
【図9】



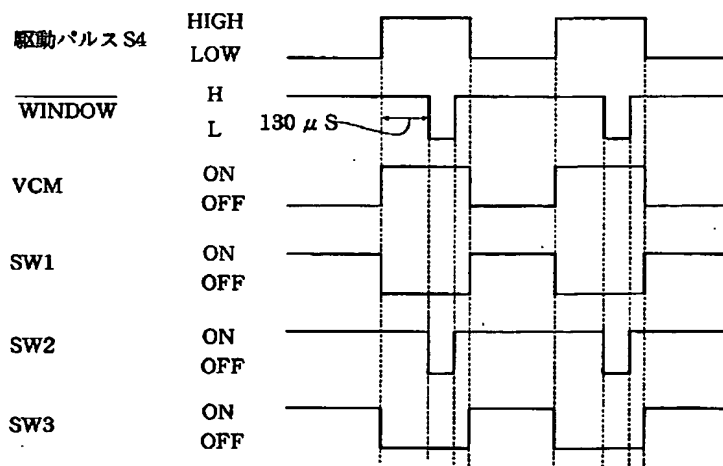
【図10】



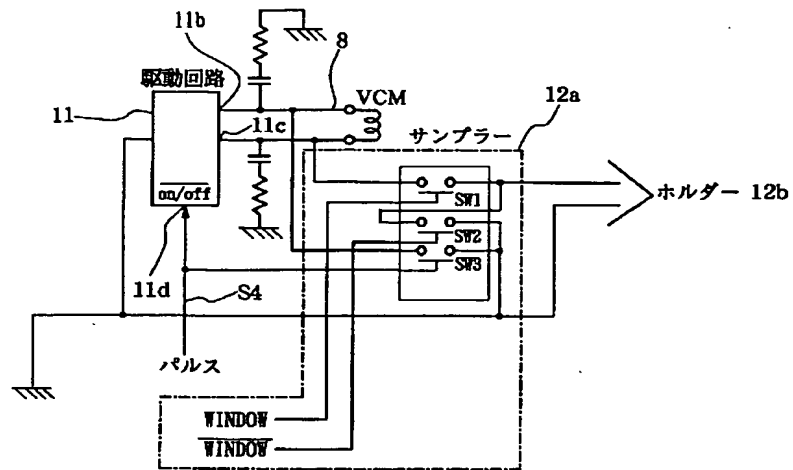
【図11】



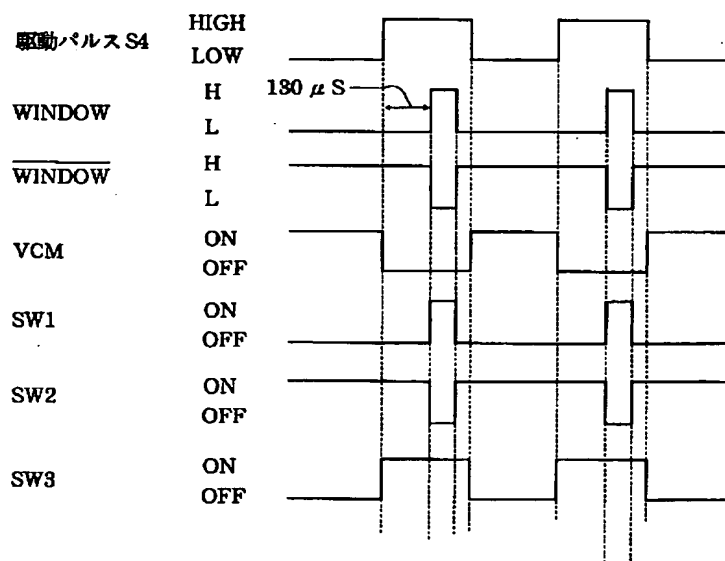
【図12】



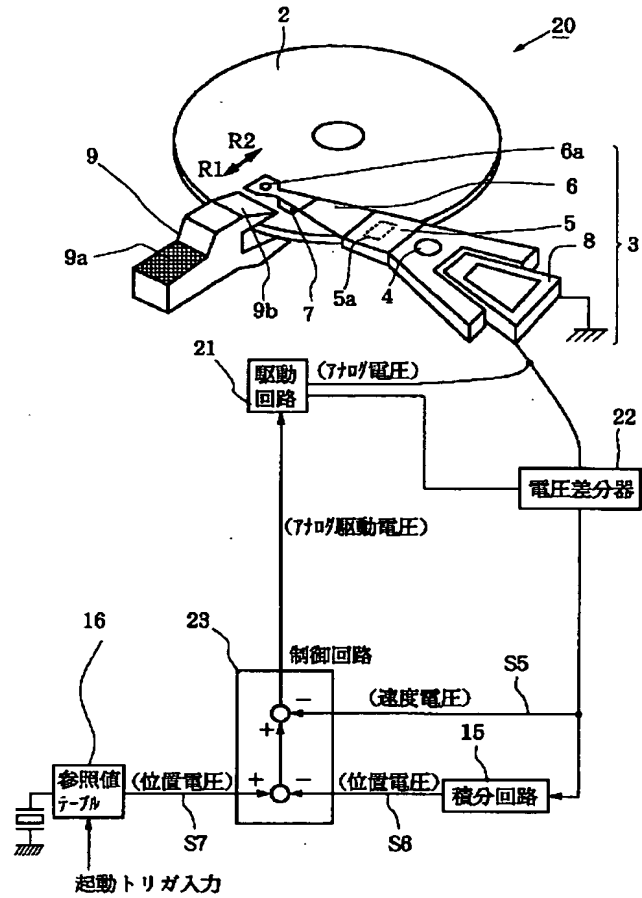
【図13】



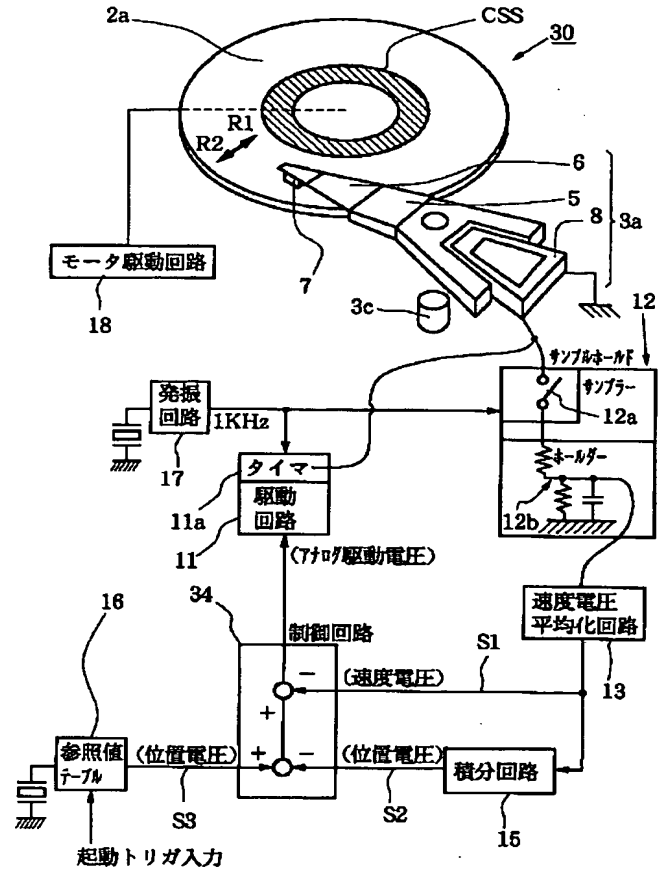
【図14】



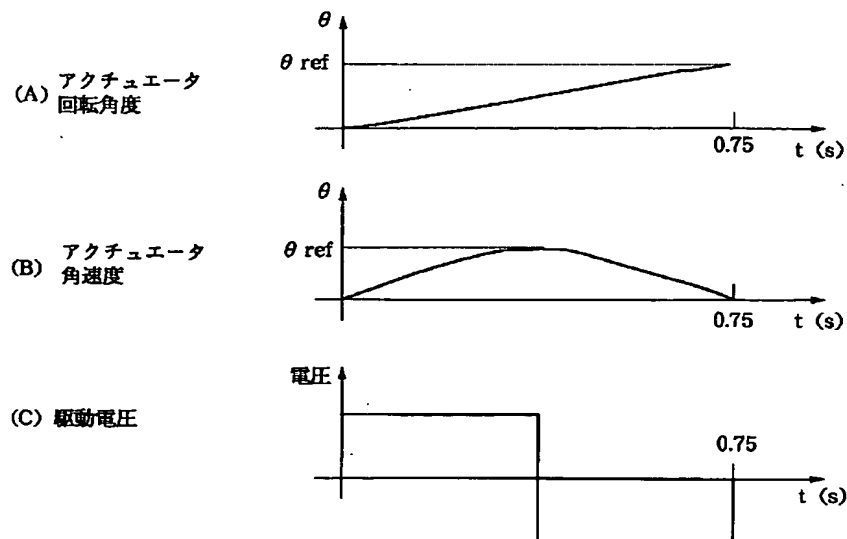
【図15】



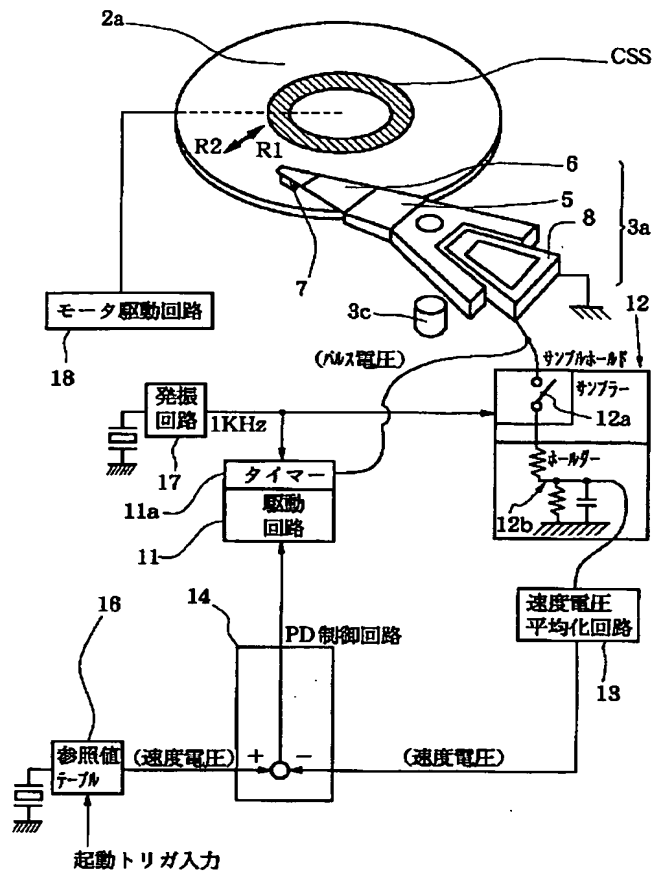
【図18】



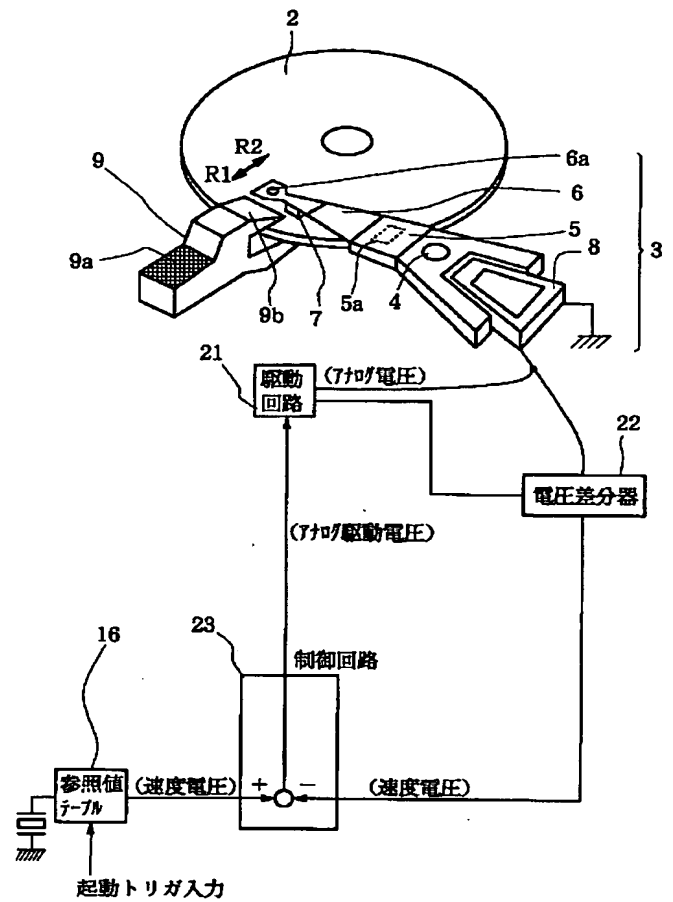
【図16】



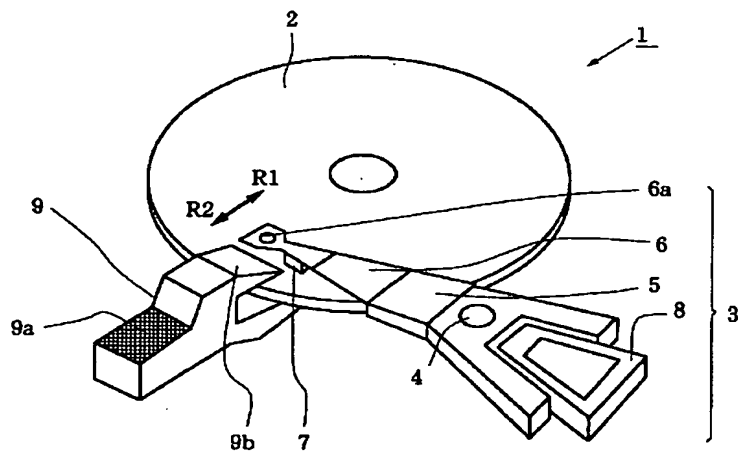
【図21】



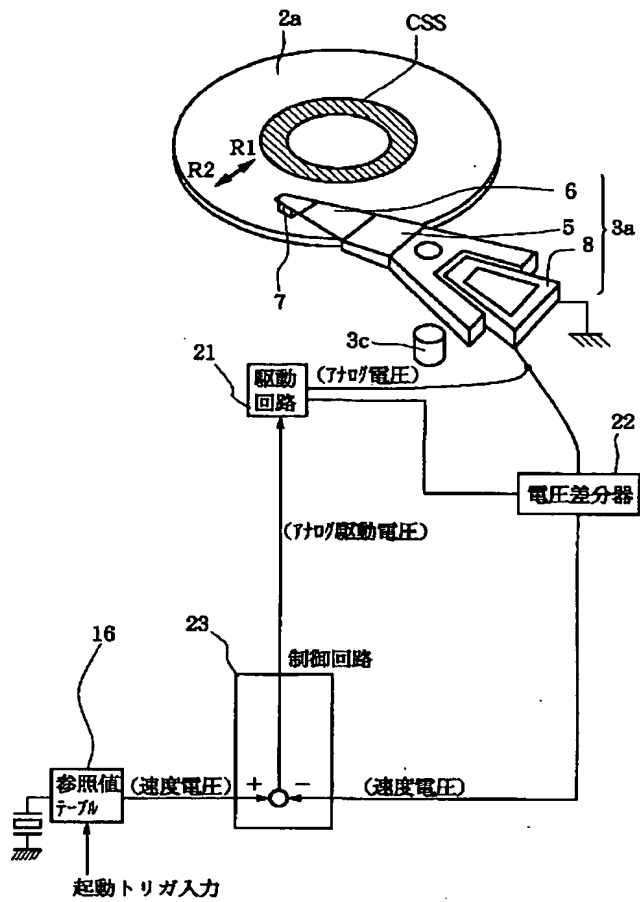
【図22】



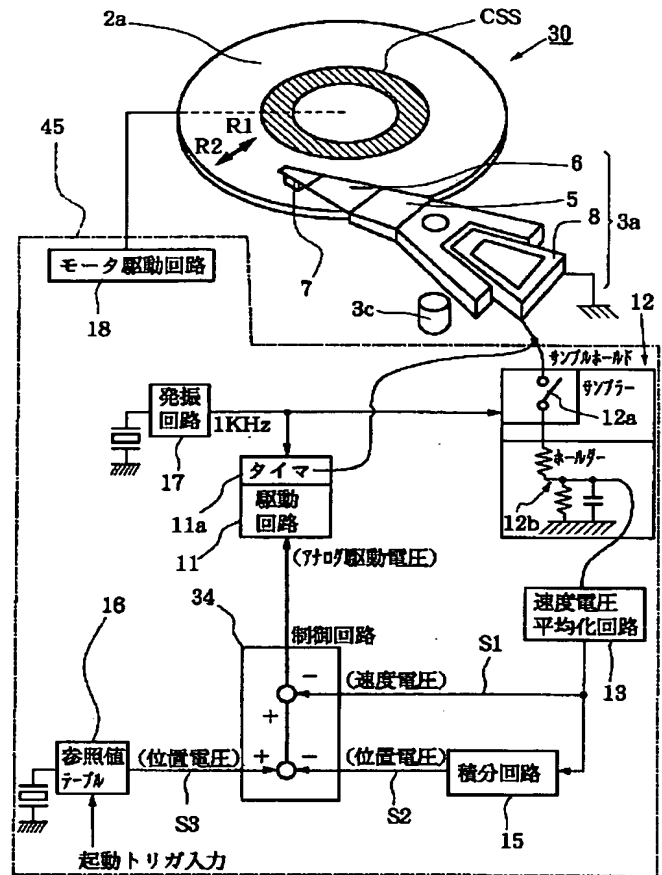
【図25】



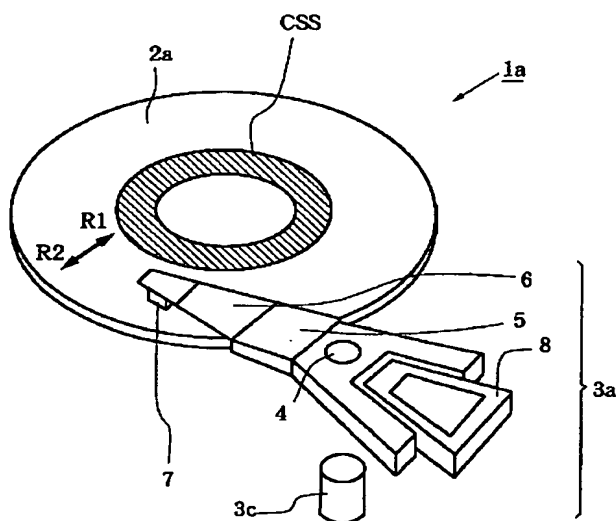
【図23】



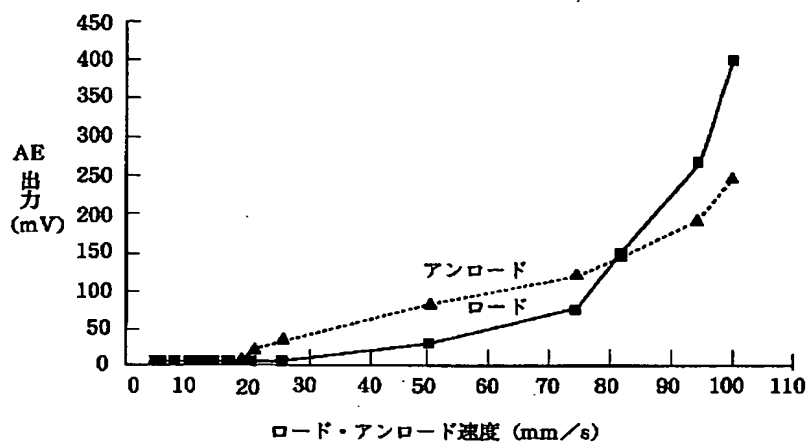
【図24】



【図26】



【図27】



【図28】

